

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PROPUESTA DE GAMIFICACIÓN EN LA  
EDUCACIÓN SECUNDARIA BASADA EN UN  
ENTORNO DE REALIDAD MIXTA**

**Máster Universitario en Investigación e Innovación en  
las TIC's (i2-TIC)**

**Autor: JARA MOYA, Santiago**

**Tutor: ALAMÁN ROLDÁN, Xavier**  
**Departamento de Ingeniería Informática**

**FECHA: septiembre, 2019**



# **RESUMEN**

El presente trabajo de fin de master presenta una propuesta para mejorar la motivación del estudiante en el aula de clase, mediante una nueva forma de recreación de un ambiente de realidad mixta. Con este fin se han creado dos aplicaciones que trabajan de forma conjunta entre el ambiente real y el ambiente virtual: estas aplicaciones se llaman “Virtual Craft” y “Virtual Touch”.

Antes de iniciar el desarrollo de estas aplicaciones, fue necesario realizar una búsqueda de proyectos relacionados con gamificación, mundos virtuales y realidad mixta en la educación. Se analizaron las técnicas y herramientas utilizadas en realidad mixta, las plataformas de mundos virtuales más utilizadas en la educación y por último las estrategias y experiencias al aplicar gamificación en las aulas de clase.

Luego de este análisis se realizó el diseño e implementación de las aplicaciones, en donde Virtual Craft es la aplicación del entorno real y Virtual Touch es el mundo virtual. Estas aplicaciones están en constante comunicación entre ellas, ya que tanto los alumnos como el profesor realizan acciones que influyen en el mundo real o virtual. Se utilizó una mecánica de gamificación en el entorno recreado, para así motivar a los estudiantes a realizar las actividades asignadas por el profesor.

Para la evaluación de la propuesta, se realizó un experimento piloto con Virtual Craft, en el que se contó con la participación de 25 estudiantes. Posteriormente se realizó una encuesta a la profesora que realizó la experiencia, que dio su opinión acerca de estas tecnologías en la educación y también una opinión de su experiencia con la propuesta desarrollada en este trabajo de fin de master.

El trabajo futuro de este trabajo se basa en realizar una evaluación mas exhaustiva de la presente propuesta y agregar más funcionalidades que ayuden en el aprendizaje y motivación de los estudiantes en el aula.

# **PALABRAS CLAVE**

Mundos Virtuales, Realidad Mixta, Gamificación, Educación, OpenSim

# **ABSTRACT**

This project presents a proposal to improve student motivation in the classroom, through a new form of recreation of a mixed reality environment. To this end, two applications have been created that work together between the real environment and the virtual environment: these applications are called "Virtual Craft" and "Virtual Touch".

Before starting with the development of these applications, it was necessary to search for projects related to gamification, virtual worlds and mixed reality in education. We analyzed the techniques and tools used in mixed reality, the virtual worlds platforms most used in education and finally the strategies and experiences applying gamification in classrooms.

After this analysis, the design and implementation of the applications was carried out, where Virtual Craft is the application of the real environment and Virtual Touch is the virtual world. These applications are in constant communication with each other, since both students and teachers carry out actions that influence the real or virtual world. A gamification mechanics was used in the recreated environment, in order to motivate the students to carry out the activities assigned by the teacher.

For the evaluation of the proposal, the teacher carried out a pilot experiment with Virtual Craft which was done with the participation of her students. Subsequently, a survey was conducted with the teacher, who gave her opinion about these technologies in education and also an opinion of her experience with the proposal developed in this project.

The future work of this work is based on carrying out a more exhaustive evaluation of the present proposal and adding more functionalities that help in the learning and motivation of the students in the classroom.

# **KEYWORDS**

Virtual Worlds, Mixed Reality, Gamification, Education, OpenSim

# **AGRADECIMIENTOS**

Quiero iniciar expresando un sincero agradecimiento a mi tutor Xavier por el apoyo brindado, pero especialmente por confiar en mí para la ejecución de este proyecto y abrirme las puertas para estudiar en la EPS-UAM. A María José que supo guiarme en cada paso de realización del proyecto con su experiencia en la educación.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme los recursos y permisos respectivos, para poder prepararme profesionalmente.

A todas las amistades que me apoyaron en todo y siempre tuvieron un consejo o unas palabras de aliento para no rendirme. Y gracias a ellas esta experiencia será inolvidable. Como no agradecer a la increíble ciudad de Madrid que me ha enseñado a crecer como persona con cada una de las experiencias vividas.

Por último, a mi familia por ser el pilar para seguir adelante en cada una de las metas que voy cumpliendo, por el apoyo entregado a la distancia, por sus palabras que me han ayudado a seguir adelante y en especial por que sin ellos nada de esto seria posible.

Santiago Jara Moya

Septiembre, 2019

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA.....	4
<b>2. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>5</b>
2.1. INFLUENCIA DE LA GAMIFICACIÓN EN LA EDUCACIÓN .....	5
2.2. LOS MUNDOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN .....	6
2.3. ENTORNOS DE REALIDAD MIXTA EN LA EDUCACIÓN .....	9
2.4. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE.....	12
<b>3. ANALISIS DE REQUERIMIENTOS Y FUNCIONALIDADES.....</b>	<b>13</b>
3.1. REQUERIMIENTOS GENERALES .....	13
3.1.1. ENTORNO DE JUEGO.....	14
3.1.2. EQUIPOS .....	14
3.1.3. PUNTOS .....	14
3.1.4. ROLES O PERSONAJES.....	16
3.1.5. NIVELES.....	16
3.1.6. ACTUACIONES (PREMIOS Y CASTIGOS) .....	17
3.1.7. PRIVILEGIOS .....	18
3.1.8. TRABAJOS (SCRIPTORIUM).....	22
3.1.9. MAZMORRA (PRISIÓN).....	22
3.1.10. HISTORIAL DE ACCIONES REALIZADAS .....	22
<b>4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>23</b>
4.1. DISEÑO.....	23
4.1.1. BASE DE DATOS .....	23
4.1.2. MIDDLEWARE .....	24
4.1.3. APLICACIÓN WEB Y MÓVIL (VIRTUAL CRAFT).....	25
4.1.4. MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH) .....	31
4.2. IMPLEMENTACIÓN .....	35
4.2.1. APLICACIÓN WEB (VIRTUAL CRAFT).....	36

4.2.2. MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH) .....	46
<b>5. EVALUACIÓN Y RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
5.1. ENCUESTA A LA PROFESORA.....	50
5.2. DATOS OBTENIDOS DE VIRTUAL CRAFT .....	51
5.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	54
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>7. TRABAJO FUTURO .....</b>	<b>57</b>
<b>8. GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>58</b>
<b>9. REFERENCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>63</b>
10.1. ANEXO 1: DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN DE LA BASE DE DATOS PRINCIPAL.....	63
10.2. ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE PHP´s DESARROLLADOS.....	64
10.3. ANEXO 3: CÓDIGO LSL DEL OBJETO TOTEM .....	75
10.4. ANEXO 4: CÓDIGO LSL PARA OBJETOS DE LAS TIENDAS .....	78
10.5. ANEXO 5: CÓDIGO LSL DEL RECEPTOR DE USUARIOS CONECTADOS 82	
10.6. ANEXO 6: CÓDIGO PHP DE LA FUNCIÓN DE ACTUALIZACIÓN DE PUNTOS.....	83
10.7. ANEXO 7: PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA CON LA PROFESORA.....	84
10.8. ANEXO 8. RESPUESTAS A LA ENCUESTA SEMIESTRUCTURADA REALIZADA A LA PROFESORA.....	87

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE REALIDAD MIXTA PROPUESTO. ....	23
FIGURA 2. PROCESO QUE REALIZA EL MIDDLEWARE. ....	24
FIGURA 3. ARQUITECTURA WEB UTILIZADA EN LA APLICACIÓN WEB DE VIRTUAL CRAFT. ....	26
FIGURA 4. DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE VIRTUAL CRAFT. ....	27
FIGURA 5. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE VISUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DEL ALUMNO. ....	27
FIGURA 6. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO DE DESARROLLO DE UN TRABAJO DEL ALUMNO. ....	28
FIGURA 7. DIAGRAMA DEL PROCESO DE GANAR O COMPRAR UN PRIVILEGIO. ....	28
FIGURA 8. DIAGRAMA DE SECUENCIA DE GESTIÓN DE ENTIDADES. ....	29
FIGURA 9. DIAGRAMA DEL PROCESO DE MODIFICACIÓN DE PUNTOS. ....	30
FIGURA 10. DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO DE CREACIÓN DE USUARIOS. ....	30
FIGURA 11. DIAGRAMA DEL PROCESO QUE REALIZA EL OBJETO TÓTEM. ....	32
FIGURA 12. DIAGRAMA DEL PROCESO QUE REALIZA EL OBJETO DE UNA TIENDA. ....	33
FIGURA 13. DIAGRAMA DEL PROCESO DEL OBJETO RECEPTOR DEL MUNDO VIRTUAL. ....	35
FIGURA 14. LOGIN DE USUARIOS DE VIRTUAL CRAFT. ....	36
FIGURA 15. PANEL PRINCIPAL DEL ALUMNO (VIRTUAL CRAFT). ....	37
FIGURA 16. PANTALLA MAZMORRA DEL ALUMNO (VIRTUAL CRAFT). ....	38
FIGURA 17. PANTALLA DE PRIVILEGIOS DEL ALUMNO (VIRTUAL CRAFT). ....	39
FIGURA 18. PANTALLA DE TRABAJOS ASIGNADOS AL ALUMNO (VIRTUAL CRAFT). ....	40
FIGURA 19. PANTALLA DE CLASES DEL PROFESOR (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 20. PANTALLA DE EDICIÓN DE CLASES (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 21. PANTALLA DE SELECCIÓN DE LOGO DE LA CLASE (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 22. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE ALUMNOS A LA CLASE (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 23. PANTALLA DE EQUIPOS DE LA CLASE (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 24. PANTALLA DE CREACIÓN Y EDICIÓN DE TRABAJOS (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 25. PANTALLA DE CREACIÓN Y EDICIÓN DE PREMIOS (VIRTUAL CRAFT). ....	41
FIGURA 26. PANTALLA DE CREACIÓN Y EDICIÓN DE CASTIGOS (VIRTUAL CRAFT). ....	42
FIGURA 27. PANTALLA DE EDICIÓN DE PRIVILEGIOS (VIRTUAL CRAFT). ....	42
FIGURA 28. PANTALLA DE EDICIÓN DE EQUIPO (VIRTUAL CRAFT). ....	42
FIGURA 29. PANTALLA DE SELECCIÓN DE ESCUDO DEL EQUIPO (VIRTUAL CRAFT). ....	42
FIGURA 30. PANTALLA DE SELECCIÓN DEL FONDO DEL EQUIPO (VIRTUAL CRAFT). ....	42

FIGURA 31. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE ALUMNOS DE LA CLASE A UN EQUIPO (VIRTUAL CRAFT). .....	42
FIGURA 32. PANTALLA DEL PANEL PRINCIPAL DE LA CLASE O EQUIPO SELECCIONADO (VIRTUAL CRAFT). .....	43
FIGURA 33. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE TRABAJOS (VIRTUAL CRAFT). .....	44
FIGURA 34. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE PREMIOS (VIRTUAL CRAFT).....	44
FIGURA 35. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE CASTIGOS (VIRTUAL CRAFT). .....	44
FIGURA 36. PANTALLA PARA SUBIR O BAJAR PUNTOS (VIRTUAL CRAFT). .....	44
FIGURA 37. PANTALLA DE ASIGNACIÓN DE ROL Y NIVEL (VIRTUAL CRAFT).....	44
FIGURA 38. PANTALLA DEL LOG DEL PROFESOR (VIRTUAL CRAFT).....	45
FIGURA 39. PANTALLA DE GENERACIÓN DE ALUMNO O EQUIPO ALEATORIO (VIRTUAL CRAFT). .....	45
FIGURA 40. PANTALLA DEL CRONÓMETRO (VIRTUAL CRAFT).....	45
FIGURA 41. PANTALLA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJOS (VIRTUAL CRAFT).....	45
FIGURA 42. PANTALLA DE GESTIÓN DE ALUMNOS (VIRTUAL CRAFT). .....	45
FIGURA 43. PANTALLA DE CREACIÓN O MODIFICACIÓN DE ALUMNOS (VIRTUAL CRAFT). ....	46
FIGURA 44. MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH) CON ENTORNO MEDIEVAL. ....	47
FIGURA 45. TÓTEM EN EL MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH).....	47
FIGURA 46. TIENDAS EN EL MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH). .....	48
FIGURA 47. PANELES DE LOS DISPENSADORES DE OBJETOS EN EL MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH). .....	48
FIGURA 48. GRÁFICO DEL NÚMERO DE REGISTROS DE CADA ALUMNO RESPECTO A ACTUACIONES VS PUNTOS. ....	53
FIGURA 49. GRÁFICO DE PORCENTAJE DE ACTUACIONES (PREMIOS Y CASTIGOS) DEL CURSO. ....	54



# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE MUNDOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN.....	8
TABLA 2. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN PROYECTOS DE REALIDAD MIXTA. ....	10
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE LA APLICACIÓN. ....	15
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE LOS ROLES DE LOS ESTUDIANTES EN EL JUEGO. ....	16
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES QUE TIENE EL JUEGO.....	16
TABLA 6. ACTIVIDADES POR DEFECTO PARA LA APLICACIÓN. ....	17
TABLA 7. DESCRIPCIÓN DE PRIVILEGIOS DEL ROL ABAD/ABADESA.....	19
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE PRIVILEGIOS DEL ROL CABALLERO/AMAZONA.....	20
TABLA 9. DESCRIPCIÓN DE PRIVILEGIOS DEL ROL CONDE/CONDESA.....	21
TABLA 10. NÚMERO DE REGISTROS POR ALUMNO DE LOS COMPONENTES DE VIRTUAL CRAFT. .....	53

# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

Las nuevas tecnologías permiten al estudiante aprender de una forma diferente, interactiva y motivadora: como afirma *Abramovich et al.* [1] la motivación en la enseñanza es un componente primordial para llegar al éxito académico. Por esta razón, son necesarias las investigaciones y el desarrollo de nuevas formas de enseñanza y aprendizaje.

Existen tecnologías con un alto grado de madurez que se encuentran plenamente integradas de forma activa con los procesos educativos, siendo usadas en instituciones educativas. Entre ellas, están los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System, LMS), como por ejemplo Moodle, o el empleo de sistemas multimedia en el aula.

Sin embargo, hay otras tecnologías que todavía se encuentran en fase de experimentación piloto en el aula. Por ejemplo, para mejorar el aprendizaje y la motivación de los estudiantes a través de metodologías de aprendizaje interactivo, se han desarrollado proyectos de gamificación aplicados a la educación[2]–[4]. Para extender más ampliamente el empleo de estas tecnologías resulta indispensable el desarrollo de nuevas aplicaciones que innoven en esta área. El presente trabajo de fin de master está enfocado en esta dirección, centrándose en las tecnologías relacionadas con la realidad mixta.

Una muestra de la influencia de la gamificación dentro de un entorno de aprendizaje es el uso de mundos virtuales. Los mundos virtuales se han introducido en el área de la educación desde antes del año 2001 en diferentes ámbitos. Los resultados del trabajo que se describe en [5], sugieren que estos espacios son envolventes y crean un nivel de colaboración que supera a los métodos de enseñanza tradicionales. Los entornos virtuales se emplean en diferentes niveles de educación -primaria, secundaria y superior- enfocándose en diferentes usos, entre los que se encuentran el trabajo colaborativo, la simulación y la experimentación[6]–[9].

El uso de mundos virtuales estimula la interacción y el trabajo colaborativo entre los participantes[6], [7], [10]. La similitud que puede existir entre estos entornos y un videojuego motivan al estudiante a interpretar el aprendizaje como un juego, facilitando la comprensión de la información que le está siendo proporcionada. Además, la necesidad de solventar actividades en forma de retos que se proponen en el entorno, incentiva al participante a encontrar herramientas adicionales que le permitan cumplir con el reto planteado, siendo éste un instrumento de aprendizaje adicional a los inicialmente propuestos[6], [11].

A partir de los estudios realizados sobre mundos virtuales, surge la idea de plantear su interacción con el mundo real, lo que ha dado origen a los sistemas de realidad mixta. Éstos consisten en la combinación entre el entorno real y virtual[6]: las acciones que se lleven a cabo en cualquiera de estos entornos influyen de forma directa en el otro[12]. Mediante diferentes herramientas de realidad virtual se crea un entorno de realidad mixta que permite percibir la realidad de forma diferente[13].

Se ha demostrado también que el uso de estas técnicas evita practicas peligrosas que pueden presentarse en la realidad, por ejemplo, en un proceso de intervención quirúrgica, en el uso de herramientas de construcción, electricidad, etc. [3], [10], [12], [14], [15].

El objetivo del presente trabajo de fin de master es plantear una alternativa que permita perfeccionar la enseñanza y el aprendizaje mediante realidad mixta. Los métodos tradicionales de enseñanza pueden ser complementados con herramientas que permitan transformar la clase en un entorno divertido para los estudiantes, motivándolos a trabajar de forma colaborativa con sus compañeros de clase y que de esta manera logren cumplir un objetivo en común.

Por esta razón, para cumplir con el objetivo de este trabajo, se plantea crear un entorno de realidad mixta combinando la realidad y la virtualidad. Los alumnos se transportarán a la época medieval, en la cual cada alumno pertenecerá a un equipo y le será asignado un rol: cada rol tiene diferentes privilegios y acciones a realizar. Los alumnos tendrán varios tipos de puntos y niveles que alcanzar según los puntos obtenidos. Los puntos pueden ser ganados mediante actividades o premios asignados por el profesor; o perdidos por los castigos a las acciones realizadas en clase. Los privilegios pueden ejercerse mediante los puntos ganados y estos tienen efecto en la realidad, es decir, el profesor podrá brindar al estudiante algún

tipo de ayuda, por ejemplo, recibir ayuda para una pregunta de un examen. Con este fin se contará con una aplicación móvil que permitirá la interacción con el entorno real. Los alumnos con sus puntos ganados pueden adentrarse en un mundo virtual, en el cual pueden desarrollar sus habilidades creativas en colaboración con sus compañeros; cada rol podrá comprar objetos específicos, por ejemplo, edificaciones, artículos de hogar o artículos de decoración.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Como ya se menciona en el punto anterior, el objetivo principal de esta propuesta es lograr que los estudiantes se motiven durante el proceso de aprendizaje y de esta manera también mejoren su comportamiento durante la clase. Para cumplir con este objetivo se han desarrollado las aplicaciones Virtual Craft y Virtual Touch, las cuales se utilizarán como un complemento en el aula de clase.

La aplicación Virtual Craft parte de la idea desarrollada por *Shawn Young* denominada Classcraft [16]. Esta plataforma permite la gestión de la clase mediante el uso de elementos de juego: se espera que los estudiantes cumplan con sus obligaciones en la clase, obteniendo resultados en el juego, por ejemplo, ganando puntos, privilegios o evolucionando a un nivel superior. *Sánchez et al.* [16] menciona que la plataforma actúa como una capa digital en un mundo de juego que es la vida real, ya que la plataforma no tiene un mundo de juegos en 3D. En el presente proyecto, se propone que además de tener una plataforma digital de juego en el mundo real, se agregue un mundo de juegos en 3D llamado Virtual Touch, convirtiéndose así en un entorno de realidad mixta.

Los entornos de realidad mixta que existen en la actualidad normalmente utilizan herramientas como gafas VR que cambian la realidad de manera visual, agregando componentes digitales 3D al entorno. El presente proyecto presenta una realidad mixta diferente, en la cual de acuerdo con las acciones (comportamientos, tareas, etc.) que realice el estudiante en el mundo real afectará el mundo virtual, limitando las acciones que pueden realizar en estos entornos. Por ejemplo, comprar objetos en el mundo virtual o realizar una tarea como castigo en el mundo real. De esta manera el entorno propuesto cumple con el concepto de realidad mixta: y las acciones que se realicen en el entorno real influyen directamente en el entorno virtual y viceversa.

### 1.3. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

El presente trabajo esta estructurado de la siguiente manera:

**Capítulo 2 – Estado del Arte:** en este capítulo se hace una revisión de los proyectos de investigación relacionados con el tema propuesto en este trabajo. Se ha dividido en tres apartados, correspondientes a las áreas que se van a contemplar para cumplir con los objetivos del trabajo: (i) influencia de la gamificación en la educación, (ii) los mundos virtuales en la educación y (iii) los entornos de realidad mixta en la educación. A partir de este estudio se presentan las características, herramientas y técnicas utilizadas en los proyectos, las cuales son técnicas en cuenta para el desarrollo del prototipo propuesto.

**Capítulo 3 – Análisis de requerimientos y funcionalidades:** este capítulo describe los requerimientos del sistema a desarrollar, es decir, los componentes y funcionalidades que tendrán la aplicación web y el mundo virtual.

**Capítulo 4 – Diseño e implementación de la propuesta de gamificación en un entorno de realidad mixta:** este capítulo plantea el proceso de diseño e implementación seguido para cumplir con la propuesta para perfeccionar la educación mediante realidad mixta.

**Capítulo 5 – Evaluación y resultados:** en este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas con el prototipo y también los resultados de una encuesta realizada a la profesora acerca de su opinión sobre este tipo de tecnologías en la educación.

**Capítulo 6 – Conclusiones:** en este capítulo se detallan las conclusiones obtenidas tras el desarrollo del prototipo.

**Capítulo 7 – Trabajo Futuro:** en este capítulo se presenta el trabajo a realizar en un futuro, es decir, las mejoras en el prototipo y componentes que se pueden agregar para obtener mejores resultados en el aprendizaje de los estudiantes.

## 2. ESTADO DEL ARTE

---

Para el desarrollo de este proyecto ha sido necesario analizar las cualidades, técnicas y herramientas ya existentes, en relación con las tecnologías mencionadas en la introducción: gamificación, mundos virtuales y realidad mixta. Para ello se realizó un estudio del estado del arte de los trabajos relacionados más relevantes en el área de la educación.

Al finalizar este estudio del estado del arte, se presentarán las características, técnicas y herramientas más utilizadas, y se destacarán cuáles son las que han obtenido resultados que demuestren progreso en la enseñanza o aprendizaje de los estudiantes.

### 2.1. INFLUENCIA DE LA GAMIFICACIÓN EN LA EDUCACIÓN

La motivación en la educación es un componente importante para que los estudiantes tengan éxito en su aprendizaje[1]. Las investigaciones realizadas en el área tienen como objetivo determinar nuevas técnicas de motivación para los estudiantes: una de ellas es la gamificación de las aulas de clase. La gamificación brinda una experiencia de juego mientras el estudiante realiza actividades académicas[17], lo que permite crear una dinámica en donde se pueden adquirir habilidades y conocimiento mientras se realizan otras actividades[18].

Los elementos de un juego en la educación sugeridos por *Zichermann et al.* [19] se categorizan en tres grupos que son: la mecánica, la dinámica y la estética. La mecánica abarca los contenidos de aprendizaje, incluyendo los retos que se deben cumplir. La dinámica es la manera en la que se va a realizar la gamificación. De ésta, junto a la estética y la mecánica del juego, se obtienen los resultados emocionales deseados (motivación).

Según la literatura, las estrategias para la gamificación normalmente utilizan puntos, insignias, niveles, actividades, objetos virtuales y avatares[19], [20]. Todas estas estrategias serán utilizadas en el presente trabajo, con el objetivo de crear un ambiente más divertido e interesante para los estudiantes.

*Craven et al.* [21] describe PierSim, un escenario orientado a juegos que simula un entorno empresarial. En este caso, se combina el mundo virtual con el mundo del aula para crear un ambiente de aprendizaje dinámico. En este proyecto se produce un cambio de paradigma en

el profesor, ya que ahora sólo actúa como observador: los alumnos están realizando su trabajo en el mundo virtual.

*González et al.* [22] presenta una propuesta para mejorar la motivación de los estudiantes de informática a través de metodologías y juegos basados en TIC. Muchas de las mecánicas de juego descritas en estos proyectos pueden ser estrategias útiles para ser aplicadas en las actividades de aprendizaje.

Hoy en día existen ejemplos de éxito de gamificación en la educación. Entre ellos Doulingo<sup>1</sup>, una aplicación para aprender idiomas; Classcraft<sup>2</sup>, una plataforma en donde los estudiantes participan conjuntamente con sus personajes y realizan actividades para ganar puntos; Minecraft Education Edition<sup>3</sup>, que permite realizar actividades de aprendizaje en un entorno inmersivo; y Kahoot<sup>4</sup>, que es una herramienta mediante la cual los estudiantes participan para contestar preguntas y que incluye un ranking para hacerlo más competitivo y de esta manera aumentar la motivación.

La gamificación en la educación es una estrategia que debería ser aplicada con más frecuencia. Los proyectos mencionados anteriormente han evidenciado que existen varias maneras de mejorar la dinámica de la clase para motivar a los estudiantes. Por esta razón en este proyecto se pretende utilizar varias estrategias y tecnologías para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, siendo una de ellas la gamificación.

## **2.2. LOS MUNDOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN**

Los mundos virtuales son entornos 3D simulados en una computadora, en donde los usuarios interactúan entre ellos por medio de avatares, y además pueden manipular de diferentes maneras los objetos que se encuentran en el entorno [23].

En la educación, los mundos virtuales han tenido éxito en la mayoría de los casos, aunque en alguno de ellos, como menciona la investigación [5], puede parecer que los mundos virtuales han ido perdiendo popularidad. Esto, sin embargo, se debe a factores externos, como las instituciones y/o profesores que no se sienten cómodos utilizando estos entornos,

---

<sup>1</sup> <https://es.duolingo.com/>

<sup>2</sup> <https://www.classcraft.com/es/>

<sup>3</sup> <https://education.minecraft.net/>

<sup>4</sup> <https://kahoot.com/>

por razones como: falta de conocimiento para utilizarlos, escasez de tiempo para preparar el material necesario en el mundo virtual, inconformismo con la manera de aprendizaje de los estudiantes, etc. Los mundos virtuales, pese a sus limitaciones, ofrecen un sinnúmero de ventajas que han sido destacadas en múltiples investigaciones de aplicaciones educativas, las cuales se irán mencionando durante el desarrollo de este estudio [7]–[10], [14], [15], [23].

Los estudiantes, al utilizar los mundos virtuales, interactúan entre sí [6] y se motivan al pensar que están jugando en clase. Sin embargo, al necesitar ciertos conocimientos para resolver las actividades que encuentran en el mundo virtual, el juego se convierte en un proceso de aprendizaje. Varias investigaciones también mencionan que al trabajar de manera colaborativa los alumnos aprenden juntos y se ayudan entre ellos, para conseguir cumplir sus metas. Los alumnos aprenden más de manera colaborativa en el mundo virtual que de la manera tradicional [7], [10].

Los entornos virtuales se emplean en diferentes niveles de educación -primaria, secundaria y superior- enfocándose en diferentes usos entre los que se encuentran el trabajo colaborativo, la simulación y la experimentación[6]–[9]. Tal es el caso del proyecto de *Antonio et al.* [24] aplicado en educación básica para aprender el reino de las plantas, o el proyecto de *Callaghan et al.* [8] en el cual enseñan electrónica mediante simulaciones de objetos electrónicos.

Las pedagogías o metodologías de aprendizaje utilizadas para el aprendizaje en el mundo real también pueden ser aplicadas en un mundo virtual, ya que un mundo virtual es una replica digital del mundo real. *Girvan y Savage* [25] realizan un estudio de la pedagogía del constructivismo comunal -los estudiantes construyen su propio conocimiento como resultado de sus experiencias y las interacciones con los otros estudiantes- en un mundo virtual. Esta pedagogía y otras se pueden adaptar a estas plataformas de *entornos virtuales masivos multiusuario (MUVE)* al permitir la interacción entre los usuarios y los objetos.

Las plataformas MUVE son mundos de orientación social y no emplean niveles, puntos, combates entre usuarios, etc. Tienen la ventaja de que los usuarios pueden crear sus propios contenidos en el mundo, lo cual se adapta perfectamente para su uso en la educación[26]. Por esta razón nos centraremos a las plataformas MUVE.

En la Tabla 1 se detallan varios proyectos realizados en mundos virtuales en la educación, que han sido clasificados por tipo de aplicación (C = colaborativa, S = simulación, E =



experimental), nivel de educación (primaria, secundaria, superior), área en la que se aplica y plataforma de mundos virtuales utilizada.

Ref	Proyecto	Tip	Nivel	Área	Plataforma
[7]	Eficacia del aprendizaje colaborativo con mundos virtuales 3D.	C	Educación Secundaria	Geografía	OpenSim
[8]	Uso del aprendizaje basado en juegos en mundos virtuales para enseñar ingeniería electrónica y eléctrica.	S	Educación Superior	Electrónica	Second Life
[9]	Aprendizaje basado en juegos utilizando un mundo virtual 3D en la educación de ingeniería informática.	S	Educación Superior	Seguridad Informática	OpenSim
[23]	Una experiencia de programación de estudiantes de secundaria en una plataforma de mundo virtual.	E	Educación Secundaria	Programación	OpenSim
[24]	Una experimentación remota y un mundo virtual en 3D para la educación básica.	S	Educación Primaria	Ciencias Naturales	OpenSim
[27]	Talleres de creatividad en islas virtuales: Espacios participativos en línea.	C	Educación Primaria	Creatividad	Second Life
[28]	La influencia de la autoeficacia de las computadoras, la autorregulación metacognitiva y la autoestima en la participación de los estudiantes en los programas de aprendizaje en línea: evidencia del mundo virtual de Second Life.	C	Educación Superior	Cursos en Línea	Second Life
[29]	Enseñar fuentes de energía renovable utilizando la tecnología del mundo virtual 3D.	S	Educación Superior	Fuentes de Energía Renovables	OpenSim
[30]	Enseñanza y aprendizaje en Second Life: experiencia del proyecto Kamimo.	C	Educación Superior	Idiomas, TIC, Empresarial, Historia	Second Life
[31]	El desarrollo de una plataforma de aprendizaje virtual para la enseñanza de lenguajes de programación concurrentes en la educación secundaria: el uso de Open Sim y Scratch4OS.	E	Educación Secundaria	Programación	OpenSim, Scratch4OS
[32]	Construyendo un entorno virtual de aprendizaje internacional exitoso en la educación primaria y secundaria.	C	Educación Primaria y Secundaria	Ingles, Arte, Computación	ActiveWords
[33]	El proyecto Vertex: explorando el uso creativo de los mundos virtuales 3D compartidos en el aula principal.	C	Educación Primaria y Secundaria	Social	ActiveWords
[34]	El uso de la simulación virtual y una capacitación TeamSTEPPS™ modificada para la educación multiprofesional.	S	Educación Superior	Farmacia, Enfermería, Medicina	Second Life
[35]	Simulación de un hospital virtual en el mundo para la respuesta del mundo real de desastres: diseño y validación de un simulador de realidad virtual para la gestión de incidentes con víctimas en masa.	S	Educación Superior	Medicina	Unity
[36]	Enseñanza/aprendizaje en Second Life: perspectivas de futuros educadores y enfermeras.	S	Educación Superior	Enfermería	Second Life
[37]	Uso de simulaciones virtuales para mejorar la transferencia de conocimientos entre estudiantes de bachillerato de enfermería.	S	Educación Secundaria	Enfermería	Second Life
[38]	Aprendiendo en un mundo virtual: experiencia con el uso de Second Life para la educación médica.	S	Educación Superior	Medicina	Second Life

**Tabla 1. Proyectos de investigación de mundos virtuales en la educación.**

En la Tabla 1, se han seleccionado 17 proyectos de investigación de mundos virtuales en la educación. Para cada uno de ellos se especifica su nivel de educación, área en la que se

aplica, tipo de aplicación y plataforma utilizada. Muchos de los proyectos de investigación incluyen una fase inicial de adaptación al mundo virtual, previa a las actividades programadas.

En educación superior, los mundos virtuales son utilizados con mayor frecuencia para realizar simulaciones. Como la literatura afirma, los mundos virtuales son convenientes y realistas para la educación profesional. Además, mencionan que al utilizar los mundos virtuales se evita que los estudiantes se expongan a prácticas peligrosas, a la vez que pueden ganar conocimiento previo antes de aplicarlo en la realidad [8], [9], [29], [34]–[36], [38].

Los mundos virtuales en educación primaria y secundaria se enfocan principalmente en motivar a los estudiantes a aprender de una manera interactiva. Por ejemplo, se utilizan para que los estudiantes trabajen en colaboración con sus compañeros en la realización de experimentos y/o actividades[7], [27], [32], [33]

De los proyectos analizados, el porcentaje de uso de las plataformas de mundos virtuales son los descritos a continuación: Second Life (47%), OpenSim (35%), Active Worlds (12%), Unity (6%) y Scratch4OS (6%). Como se puede observar, Second Life es la plataforma más usada, aunque *Coban et al.* [39] expone algunas dificultades de esta plataforma en la educación secundaria. Uno de los problemas que afectaría al presente trabajo son los costos de adquisición de los terrenos en el mundo virtual y también los problemas de permisos para el diseño de nuevos objetos. Por esta razón, se tomó la decisión de utilizar OpenSim, que es la versión de software libre de Second Life.

## **2.3. ENTORNOS DE REALIDAD MIXTA EN LA EDUCACIÓN**

La realidad mixta es la esfera que se encuentra entre el mundo real y el mundo virtual[12]. Esta tecnología cada vez se utiliza con mayor frecuencia en diferentes ámbitos como entretenimiento, publicidad, educación, etc. Mediante diferentes herramientas y técnicas se mezcla la realidad con elementos virtuales que permiten ver la realidad de forma diferente[13].

En los últimos años la realidad mixta se está convirtiendo en una práctica popular. A pesar del desconocimiento acerca de ésta, se han incorporado en el mercado aplicaciones como Pokemon Go o aplicaciones con gafas de realidad virtual, que involucran al usuario en el

uso de esta tecnología. El uso de la realidad mixta en la educación evita accidentes o practicas peligrosas que pueden producirse en la realidad, como por ejemplo algún tipo de operación quirúrgica, uso de herramientas de construcción, contacto con la electricidad, etc. [8], [15], [40].

Ref	Proyecto	Realidad	Virtualidad	Herramientas
[3]	Un formato educativo innovador basado en un entorno de realidad mixta: estudio de caso y evaluación de beneficios BT - E-Learning, E-Education y capacitación en línea (TIWE Lingüístico).	Dispositivo Movil	Mundos Virtuales	WebTalk04 (entorno virtual), TiweApp (app móvil), QR, Moodle
[6]	Desarrollando aplicaciones educativas de realidad mixta: Virtual Touch Toolkit	Objetos Tangibles	Mundos Virtuales	OpenSim, Kinect, Arduino, Phidgets
[8]	Uso del aprendizaje basado en juegos en mundos virtuales para enseñar ingeniería electrónica y eléctrica.	Objetos Tangibles	Mundos Virtuales	OpenSim, Sloodle, Sensores, Wiiremove
[15]	Mejora de la educación a distancia paramédica a través de simulación de realidad mixta móvil.	Objetos Tangibles	Dispositivos Moviles(AR)	Unity 3D, Vuforia
[40]	Desarrollo de un juego de realidad mixta para la educación basada en simulación.	Objetos Tangibles	Gafas VR/AR	HoloLens, Unity, Vuforia
[41]	Integración de mundos virtuales con interfaces de usuario tangibles para la enseñanza de las matemáticas: un estudio piloto.	Objetos Tangibles	Mundos Virtuales	OpenSim, Phidgets
[42]	La realidad mixta social y táctil aumenta la participación de los estudiantes en actividades de laboratorio de pregrado.	Objetos Tangibles	Pantallas Digitales	Proyector, PC, WebCam, Python, Unity, QR
[43]	Reflexiones sobre el uso de Project Wonderland como un entorno de realidad mixta para la enseñanza y el aprendizaje (MiRTLE).	Entornos Reales	Mundos Virtuales	Servidor VNC (Virtual Network Computing), Mundo Virtual MPK20, Java 3D

**Tabla 2. Técnicas y herramientas utilizadas en proyectos de realidad mixta.**

En la Tabla 2 se pueden observar varios proyectos de investigación que han empleado realidad mixta para la educación. Estos proyectos utilizan diferentes técnicas aplicadas en la realidad y en la virtualidad, y diferentes herramientas para aplicar la realidad mixta, las cuales varían en costo y calidad del entorno a transformar.

Una de las técnicas aplicadas con mayor frecuencia en la realidad mixta es el uso de objetos tangibles. Éstos, mediante la interacción usuario-tangible efectúan cambios en la virtualidad, la cual es representada en mundos virtuales, dispositivos móviles o gafas AR/VR[6], [8], [15], [40]–[42].

En las investigaciones [8], [41] se utilizan controles(joystick) como objetos tangibles para interactuar en el mundo virtual. Por otra parte *Matéu et al.* [6] presenta un kit de herramientas para desarrollar ambientes de realidad mixta con objetos tangibles y mundos virtuales, aplicado a tres proyectos: (i) Cúbica; que permite la enseñanza de algoritmos de clasificación[44], (ii) Touch Eye: que permite el aprendizaje del idioma catalán[45], y (iii) Touch Book: que permite al estudiante realizar actividades de acuerdo al conocimiento adquirido de un libro interactivo[46].

En [15], mediante objetos para atención paramédica (por ejemplo, un laringoscopio), se realizan simulaciones para dar atención médica a un paciente virtual, mediante objetos tangibles identificados por la app móvil desarrollada. En el caso de [40], se utilizan las gafas Holo Lens de Microsoft, desarrollando una aplicación en la que se simula el uso de una amoladora y los medios de protección que deben de ser utilizados. Es importante mencionar que los objetos son reales y que las gafas simulan el funcionamiento de los mismos, de esta manera se evitan riesgos de accidentes.

En [42], se realiza un estudio del aprendizaje de cinética química con realidad mixta, mediante herramientas de bajo coste que fácilmente se pueden encontrar en una institución educativa (proyector, webcam, computador), además de utilizar varias librerías y software para desarrollar el ambiente de aprendizaje virtual. Los estudiantes demostraron un entendimiento conceptual más preciso y matizado si se empleaba la realidad mixta.

Por ultimo, en los estudios[3], [47], se propone una técnica de realidad mixta diferente a las anteriormente mencionadas. En este caso la virtualidad cambia el mundo real o viceversa, pero no visualmente, sino mediante acciones académicas. Por ejemplo, en el proyecto [3] los estudiantes en el mundo real, mediante una aplicación móvil, responden preguntas, las cuales si son correctas proporcionan un pista, y con ésta, pueden encontrar objetos en el mundo virtual. Todo el entorno esta basado en historias de Sherlock Holmes donde es necesario que los estudiantes trabajen de manera colaborativa. Finalmente, en [47] se realiza una clase tradicional entre alumnos de forma presencial y alumnos de forma remota mediante mundos virtuales. Los estudiantes pueden interactuar entre ellos y el profesor no tiene la necesidad de estar en el aula de clase. De esta manera se crea un ambiente de realidad mixta y colaboración entre los estudiantes que pueden estar en cualquier lugar del mundo.

## **2.4. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE**

En este estudio se han encontrado varias experiencias con tecnologías como los mundos virtuales, la gamificación y la realidad mixta, todas ellas aplicadas en la educación. La motivación de los estudiantes al aprender es uno de los componentes que tienen en común estas tecnologías.

Una de las formas de motivar y generar conocimiento en el estudiante es mediante la gamificación. En las investigaciones se mencionan varias estrategias que pueden ser aplicadas para generar gamificación en el aula de clase. Algunas de estas estrategias son la incorporación de niveles, puntos, insignias, etc.; estrategias que normalmente se encuentran en un juego. Estas estrategias incorporadas a la realidad mixta con mundos virtuales permitirán crear un entorno interactivo de alta motivación para los estudiantes.

Los mundos virtuales son utilizados en diferentes niveles de educación. En educación superior son utilizados en gran parte para realizar simulaciones profesionales. Por otra parte, en educación primaria y secundaria se aplican para que los alumnos aprendan de una manera motivadora, en colaboración con sus compañeros. También es importante mencionar que las plataformas más utilizadas para trabajar con mundos virtuales en la educación son Second Life y OpenSim. Esto se debe a la libertad que tienen los estudiantes al interactuar con el mundo virtual y a la gran cantidad de actividades que se pueden desarrollar en estas plataformas.

Mediante los entornos de realidad mixta es posible desarrollar habilidades de los estudiantes mediante un mundo virtual, habilidades que luego pueden aplicarse en la realidad. Para crear realidad mixta existen varias herramientas como, por ejemplo, dispositivos móviles, gafas VR/AR, mundos virtuales, etc. En este proyecto se propone aplicar una realidad mixta diferente a las encontradas en las investigaciones. No se harán cambios sobre la realidad mediante objetos digitales, sino que se creará un ambiente virtual con componentes educativos en el que, de acuerdo con las acciones realizadas en la realidad, los estudiantes podrán desarrollar sus habilidades.

# 3. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS Y FUNCIONALIDADES

---

En el capítulo anterior se han analizado las ventajas que ofrece el utilizar la gamificación en entornos de realidad mixta en la educación. También se han revisado las técnicas y herramientas utilizadas en estos entornos. Una de ellas son los mundos virtuales combinados con entornos reales, aunque todavía son pocos los estudios realizados con este tipo de tecnología. En este trabajo se combinarán un entorno real de clase con un entorno virtual. Este proyecto está dirigido a estudiantes de secundaria y puede ser aplicado a cualquier materia.

Para lograr este objetivo es necesario tener una aplicación que controle y obtenga información del mundo real, para lo cual se ha planteado crear una aplicación móvil para los estudiantes y una aplicación web para los profesores. A estas dos aplicaciones en conjunto se las llamará *Virtual Craft*, mientras que al entorno virtual se lo denominará *Virtual Touch*.

En un análisis de requerimientos es importante contar con un experto, el cual con sus conocimientos asista en el desarrollo de la propuesta. En este caso el experto que participó en este proceso fue una profesora de un instituto de enseñanza secundaria catalán.

En este apartado se describirán todas las funcionalidades que dicha profesora consideró que era necesario tener en el proyecto.

## 3.1. REQUERIMIENTOS GENERALES

El sistema tendrá tres tipos de usuarios: gestor, profesor y alumno. Los usuarios del tipo profesor y alumno deberán ser agregados por el gestor. Los usuarios se conectarán a la aplicación mediante un nombre y apellido, con la respectiva contraseña.

Los profesores serán los encargados de crear cada clase, asignando un nombre, una descripción y una imagen que la representará. Posteriormente, se deberán agregar los alumnos que pertenecen a dicha clase. En el momento de crear una clase se le adjudicarán los privilegios, los premios y los castigos que vienen por defecto, aunque posteriormente podrán ser modificados por el profesor, adaptando la clase a su medida.

Un alumno puede pertenecer a varias clases y cada una de las clases será un mundo diferente, en el que encontrará los siguientes componentes:

### **3.1.1. ENTORNO DE JUEGO**

La aplicación consistirá en un entorno medieval, en el cual los estudiantes se adentrarán de acuerdo con el personaje asignado, teniendo distintas capacidades según su rol. Por ejemplo, un conde o condesa puede crear construcciones (castillos, casas, chozas, etc.). De igual manera cada personaje tendrá diferentes privilegios, que le permitirá, junto con sus compañeros, llegar a un objetivo en común.

### **3.1.2. EQUIPOS**

Cada clase tiene varios equipos que son creados por el profesor. Los alumnos se distribuyen entre estos equipos y pueden decidir el nombre, el fondo y el escudo de su equipo. Un alumno solo puede pertenecer a un equipo por cada clase.

### **3.1.3. PUNTOS**

Cada alumno de una clase tendrá cinco tipos de puntos diferentes, que serán ganados o perdidos mediante las actuaciones que realicen en clase (premios o castigos); al ganar o ejercer privilegios; al subir de nivel; al realizar algún trabajo; y al comprar objetos en el mundo virtual. Cada uno de los puntos tienen una abreviatura y un color para identificarlos rápidamente; un nombre y una función que describen para qué sirven cada uno de ellos; y un rango que limitará la cantidad de puntos que se puede tener como máximo o como mínimo. Por ejemplo, si se sobrepasan estos valores se quedará con el valor máximo. Los puntos que se utilizarán se describen en la Tabla 3.

Abrev.	Nombre	Color	Rango	Función
PV	Puntos de Vida	Verde	0 – 100	Estos puntos son restados cuando se asigne un castigo.  Si llegan a 0, el alumno ira a la mazmorra.  Se obtienen 10 PV al día, salvo que se encuentre en la mazmorra.  Puede haber privilegios que dan PV al ejercerlos.
PD	Puntos Delme	Azul	0 – 100	Con estos puntos se puede ejercer un privilegio.  Se obtienen 5 PD al día, salvo que se encuentre en la mazmorra.  Estos puntos se ganan mediante los premios ejecutados por el profesor.
PO	Puntos de Oficio	Naranja	0 – ∞	Con estos puntos se puede ganar un privilegio.
PP	Puntos de Promoción	Violeta	0 – ∞	Dependen de los PO, por cada 500PO se obtiene 1PP.  Sirven para subir de nivel y estos no se gastan, solo se acumulan.
FO	Florines de Oro	Rosa	0 – ∞	Se obtiene de los premios o privilegios.  Sirven para comprar objetos en Virtual Touch (mundo virtual).

**Tabla 3. Descripción de puntos de la aplicación.**

El profesor también tendrá la posibilidad de modificar cualquiera de los puntos del alumno o de todos los integrantes de un equipo. Al modificar estos puntos, el profesor puede proporcionar una descripción, especificando la razón de la modificación de los puntos.



### 3.1.4. ROLES O PERSONAJES

El profesor asignará un rol o personaje a los estudiantes, según sus características en la clase real. Existirán 3 tipos de personajes, los cuales se iniciarán con un número de puntos diferentes, y dispondrán de distintos privilegios y capacidades en el mundo virtual. Estos roles son definitivos y no pueden ser modificados. Tampoco se pueden crear mas roles. En la Tabla 4 se describe cada uno de ellos.

<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>PV</b>	<b>PD</b>	<b>Descripción</b>
Caballero	Amazona	100	50	Son inquietos y muy participativos en clase, no siempre tienen buenas calificaciones.
Abad	Abadesa	80	70	Son tranquilos y siempre sacan buenas calificaciones.
Conde	Condesa	50	100	Resto de estudiantes de la clase.

**Tabla 4. Descripción de los roles de los estudiantes en el juego.**

### 3.1.5. NIVELES

Los estudiantes inician en el Nivel 1 y, de acuerdo con sus participaciones en clase (por ejemplo, los premios y privilegios), pueden ganar puntos PP para subir de nivel. A continuación, en la Tabla 5 se puede observar una descripción de los niveles y la cantidad de PP's necesarios para subir de nivel.

<b>Nivel</b>	<b>Nombre</b>	<b>Puntos</b>
Nivel I	Aprendiz 2 <sup>a</sup>	0 PP
Nivel II	Aprendiz 1 <sup>a</sup>	1 PP
Nivel III	Oficial 2 <sup>a</sup>	3 PP
Nivel IV	Oficial 2 <sup>a</sup>	5 PP
Nivel V	Oficial 1 <sup>a</sup>	7 PP
Nivel VI	Maestro	9 PP

**Tabla 5. Descripción de los niveles que tiene el juego.**

### 3.1.6. ACTUACIONES (PREMIOS Y CASTIGOS)

Los premios y castigos (actuaciones) son adjudicados por el profesor según el comportamiento de los estudiantes en la clase. Al ejecutar alguna de estas actuaciones se modifican los puntos de los estudiantes. Al crear un curso, éste se creará con actuaciones por defecto, las cuales pueden ser modificadas como el profesor crea conveniente; tanto sus nombres como los puntos que se modificarán al ejecutarse. También se pueden crear nuevas actuaciones, aparte de las que se tiene por defecto.

Una actuación tiene un nombre, una descripción, un tipo (premio o castigo) y valores positivos o negativos, correspondientes a los tipos de puntos mencionados anteriormente. El profesor puede aplicar una actuación a un alumno o a un equipo, de entre las actuaciones creadas previamente.

Nombre	Tipo	PV	PO	Descripción
Material Preparado	Premio	0	10	Material preparado en la mesa cuando entra el profesor/a en el aula.
Silencio	Premio	0	30	Escuchar y trabajar en silencio en clase.
Levantar Mano	Premio	0	40	Levantar la mano para preguntar dudas o participar en clase
Responder Correctamente	Premio	0	25	Responder correctamente a una pregunta en clase.
Ayudar Compañeros	Premio	0	25	Ayudar otro estudiante a hacer el trabajo (con permiso del profesor/a).
Actitud Positiva	Premio	0	50	Ser positivo y trabajar fuerte en clase.
Retraso	Castigo	-10	0	Llegar tarde a clase.
Hablar	Castigo	-20	0	Molestar y hablar en clase (profesor/a llama la atención más de una vez).
Deberes Incompletos	Castigo	-15	0	Deberes incompletos.
Sin Deberes	Castigo	-25	0	Deberes sin hacer.
Actitud Negativa	Castigo	-30	0	Tener actitud negativa o trabajar poco a clase.

**Tabla 6. Actividades por defecto para la aplicación.**

### **3.1.7. PRIVILEGIOS**

Un privilegio permite al estudiante realizar acciones que no son normalmente permitidas en clase (por ejemplo, comer), o da puntos al estudiante que lo ejerce. Por ejemplo, se pueden obtener puntos para comprar objetos en Virtual Touch u obtener 5 minutos para sacar los apuntes en un examen. Estos privilegios deben ser en primer lugar ganados (empleando puntos PO), y una vez obtenido un privilegio, se puede ejercer tantas veces como se desee (empleando puntos PP).

Cada privilegio consta de una imagen, un nombre y una descripción que le representan. También incluye los puntos que le va a costar al estudiante el ganar el privilegio, y los puntos que se van a modificar -tanto al alumno como al equipo- cuando se ejerza el privilegio.

Los privilegios son diferentes para cada uno de los roles y van de la mano con el nivel de jugador. En cada nivel se puede ganar dos privilegios; esto quiere decir que solo existirán 12 privilegios en cada rol. El profesor solo podrá modificar algunas características de los privilegios, y no crear nuevos.

Para ganar un privilegio, se requiere una cantidad de PO's y un nivel de jugador; éste debe ser igual o mayor al nivel requerido. También hay privilegios que necesitan de otros privilegios para poder ganarlos. Algunos privilegios requieren ganar hasta dos privilegios previamente para ganar el deseado.

Al ejercer un privilegio se restan PD's al alumno que lo ejerció, y a la vez se suman FO's y PV's, dependiendo del privilegio ejercido. Algunos privilegios también dan PV's o FO's a todos los integrantes del equipo del estudiante que ejerció el mismo. Los puntos que otorgan o quitan los privilegios también pueden ser modificados de acuerdo con las preferencias del profesor.

Para tener más claro la información que se manejará en los privilegios en la Tabla 7, la Tabla 8 y la Tabla 9 se describen los privilegios de cada uno de los roles.

Privilegio	Nivel	Ganar	Ejercer		Requerimiento	Descripción
		P. Alumno	P. Alumno	P. Equipo		
Curación	I	-200PO	-5PD	-	-	El Abad o Abadesa puede comer algo durante la clase.
Santificación	I	-200PO	-10PD	-	-	El Abad o Abadesa puede abrir o cerrar una ventana durante la clase si quiere.
Fe Cristiana	II	-300PO	-10PD, +100PO	-	Curación	El Abad o Abadesa puede cambiarse de lugar durante la clase.
Perdona los Pecados	II	-300PO	-10PD, +100PO, +50FO	-	Santificación	El Abad o Abadesa obtiene 50 FO para gastarlos en lo que le guste, dentro VirtualTouch.
Favor Divino	III	-400PO	-20PD, +75PO	-	Fe Cristiana y Perdona los Pecados	El Abad o Abadesa puede llevar auriculares para escuchar su música cuando hace los ejercicios durante la clase.
Vida Eterna	III	-400PO	-20PD	+50PV	Perdona los Pecados	El Abad o Abadesa puede dar 50 PV a un miembro de su Equipo.
Delme	IV	-500PO	-20PD, +100PO	-	Favor Divino	El Abad o Abadesa puede obtener una mascota en VT su defecto o una mejor si ya tiene una.
Privilegio I	IV	-500PO	-20PD, +25PV	+30PV	Favor Divino, Vida Eterna	El Abad o Abadesa puede obtener 25 PV y puede dar 30 PV a cada miembro de su Equipo.
Luz Divina	V	-600PO	-20PD, +100PO	-	Delme, Privilegio I	El Abad o Abadesa puede entregar los deberes, trabajito o dossier (que diga la profesora) con dos días de retraso.
Buena Ventura	V	-600PO	-20PD, +150PO	+75PV, +20FO	Privilegio I	Todos los miembros del equipo pueden obtener 75 PV y 20 FO.
Privilegio II	VI	-700PO	-20PD, +100PO	-	Luz Divina, Buena Ventura	Durante una prueba escrita, el Abad o Abadesa puede preguntar a la Reina de VC si su respuesta a una pregunta es la correcta.
Privilegio Divino	VI	-700PO	-30PD, +100PO	-	Luz Divina, Buena Ventura	Durante una prueba escrita, el Abad o Abadesa puede utilizar su Hoja de estudio para hacerla.

**Tabla 7. Descripción de privilegios del rol Abad/Abadesa**

Privilegio	Nivel	Ganar	Ejercer		Requerimiento	Descripción
		P. Alumno	P. Alumno	P. Equipo		
Fuerza	I	-200PO	-5PD	-	-	El Caballero o Amazona puede beber algo durante la clase.
Fiesta Medieval I	I	-200PO	-10PD	-	-	El Caballero o Amazona puede abrir o cerrar una ventana de la clase si quiere, durante 10 minutos.
Fiesta Medieval II	II	-300PO	-10PD, +100PO, +50FO	-	Fuerza	El Caballero o Amazona obtiene 50 FO para comprar lo que le guste dentro VT.
Escudo	II	-300PO	-15PD, +25PV, +50PO	-	Fiesta Medieval I	El Caballero o Amazona recupera 25 PV.
Resurrección	III	-400PO	-20PD, +50PV, +75PO	+25PV	Fiesta Medieval I, Escudo	El Caballero o Amazona puede obtener 50 PV y dar 25 PV a todos los miembros de su Equipo.
Buen Tiempo	III	-400PO	-20PD	-	Escudo	El Caballero o Amazona puede llevar auriculares para escuchar su música cuando hace los ejercicios durante la clase.
Delme	IV	-500PO	-20PD, +100PO, +100FO	+25FO	Resurrección	El Caballero o Amazona puede obtener 100 FO y puede dar 25 FO a cada miembro de su Equipo.
Banquete Medieval	IV	-500PO	-20PD	-	Resurrección, Buen Tiempo	El Caballero o Amazona puede entregar los deberes, trabajito o dossier con un día de retraso.
Adivinación	V	-600PO	-20PD, +50PV, +100PO	+15PV	Delme, Banquete Medieval	El Caballero o Amazona puede recuperar 50 PV y dar 15 PV a todos los miembros de su Equipo.
Buen Trabajo	V	-600PO	-20PD, +150PO	-	Banquete Medieval	Todos los miembros del equipo pueden entregar un trabajo pedido o el dossier con dos días de retraso.
Mesa Redonda	VI	-700PO	-20PD, +100PO	-	Adivinación, Buen Trabajo	El Caballero o Amazona consigue una pista sobre una pregunta de una prueba escrita.
Privilegio Real	VI	-700PO	-30PD, +100PO	-	Adivinación, Buen Trabajo	Durante una prueba escrita, el Caballero o Amazona puede utilizar una "chuleta" proporcionada por la Reina de VirtualCraft.

**Tabla 8. Descripción de privilegios del rol Caballero/Amazona**

Privilegio	Nivel	Ganar	Ejercer		Requerimiento	Descripción
		P. Alumno	P. Alumno	P. Equipo		
Fuerza	I	-200PO	-5PD	-	-	El Conde o condesa puede beber o comer algo durante la clase.
Transporte	I	-200PO	-10PD	-	-	El Conde o condesa puede salir 3 minutos durante la clase.
Magia	II	-300PO	-10PD, +100PO	-	Fuerza	El Conde o condesa puede hacer 15 minutos de deberes o estudiar de otra materia durante la clase si quiere.
Escudo	II	-300PO	-10PD, +100PO, +75FO	-	Transporte	El Conde o condesa obtiene 75 FO para gastarlos en lo que le guste.
Resurrección	III	-400PO	-20PD, +30PV, +75PO	-	Magia, Escudo	El Conde o condesa puede dar 30 PV a un miembro de su Equipo.
Buen Tiempo	III	-400PO	-20PD	-	Escudo	El Conde o condesa puede llevar auriculares para escuchar su música cuando hace los ejercicios durante la clase.
Delme	IV	-500PO	-20PD, 35PV, +100PO	+40PV	Resurrección	El Conde o condesa puede obtener 35 PV y puede dar 40 PV a cada miembro de su Equipo.
Privilegio I	IV	-500PO	-20PD	-	Resurrección, Buen Tiempo	El Conde o condesa puede obtener una mascota en VT su defecto o una mejor si ya tiene una.
Adivinación	V	-600PO	-20PD, +100PO	-	Delme, Privilegio I	El Conde o condesa puede comenzar su prueba escrita 5 minutos antes que el resto de la clase.
Buen Trabajo	V	-600PO	-20PD, +150PO	-	Privilegio I	Todos los miembros del equipo pueden recuperar de nuevo TODOS sus PV iniciales si los han perdido.
Privilegio Comtal	VI	-700PO	-20PD, +100PO	-	Adivinación, Buen Trabajo	Durante una prueba escrita, el Conde o condesa puede preguntar a la Reina de VC si su respuesta a una pregunta es la correcta.
Privilegio Real	VI	-700PO	-30PD, +100PO	-	Adivinación, Buen Trabajo	Durante una prueba escrita, el Conde o condesa puede saber una pregunta, unos 5 minutos antes de hacerla (proporcionada por la Reina de VirtualCraft).

**Tabla 9. Descripción de privilegios del rol Conde/Condesa**

### **3.1.8. TRABAJOS (SCRIPTORIUM)**

Los trabajos permiten dar puntos a los alumnos por actividades desarrolladas en clase. Éstos pueden ser un trabajo extra para poder salir de la mazmorra o un trabajo que el profesor crea necesario por otro motivo. Constan de un título y una descripción, definidos por el profesor al crear el trabajo. El estudiante tendrá una sección en la aplicación para poner el título a su trabajo y otra para el desarrollo del mismo. Por último, cuando el estudiante haya enviado el trabajo, el profesor le asignará una calificación y un comentario; lo que quiere decir que el trabajo a sido aprobado y se le asignaran los puntos que se ganan al realizar ese trabajo.

Al realizar un trabajo, se beneficia sólo el alumno que lo realizó, y no los integrantes del equipo.

### **3.1.9. MAZMORRA (PRISIÓN)**

El estudiante caerá en la mazmorra cuando sus puntos de vida (PV) lleguen a cero. Esto puede ocurrir cuando le han puesto varios castigos en la clase. Cuando el alumno esté en la mazmorra no podrá realizar ninguna acción en Virtual Craft o Virtual Touch. Para salir de la mazmorra el profesor le asignará una tarea: tras realizarla ganará un punto de vida y así saldrá de la mazmorra.

### **3.1.10. HISTORIAL DE ACCIONES REALIZADAS**

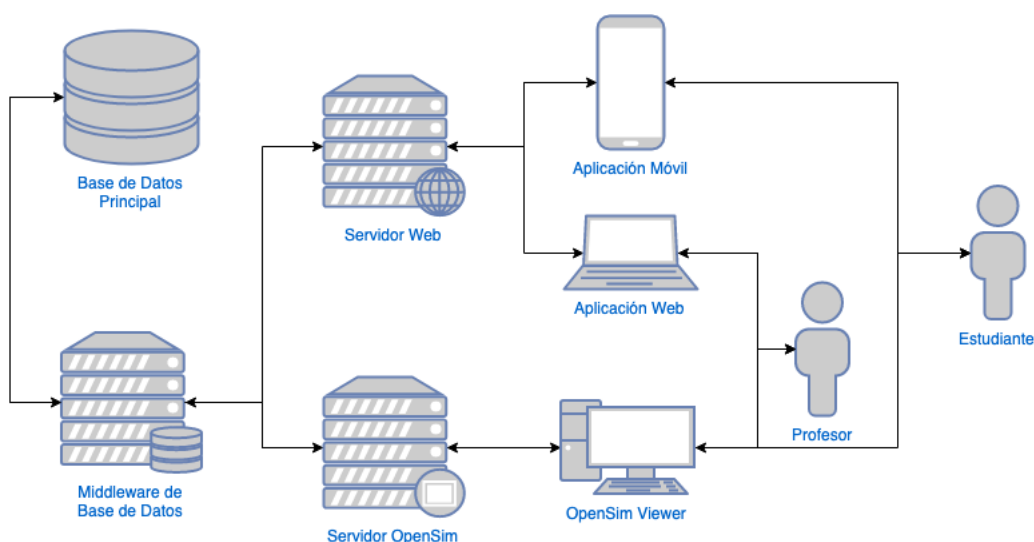
La aplicación tendrá un historial de las acciones realizadas en Virtual Craft y Virtual Touch. Por ejemplo, se guardarán las actuaciones realizadas por los estudiantes, los privilegios ganados y ejercidos, puntos modificados a los alumnos o equipos, alumnos caídos en la mazmorra y alumnos conectados en Virtual Touch, etc. El profesor podrá consultar este historial para comprobar los privilegios a los que tiene derecho un estudiante en un momento dado.

## 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Este apartado presenta el diseño y la arquitectura implementados para el desarrollo un entorno interactivo de realidad mixta para la educación.

### 4.1. DISEÑO

Para representar el diseño de funcionamiento del sistema de realidad mixta propuesto, se ha realizado un diagrama que muestra la arquitectura de este sistema. Esta arquitectura consta de una base de datos principal, la cual se comunica mediante un middleware con la aplicación web, la aplicación móvil y el mundo virtual, para así llegar al usuario final. (Figura 1)



**Figura 1. Arquitectura del sistema de realidad mixta propuesto.**

#### 4.1.1. BASE DE DATOS

El gestor de base de datos utilizado es MySQL, un gestor de base de datos muy empleado en la actualidad y que presenta la ventaja de ser Open Source. Este gestor está entre los gestores con mayor rendimiento, lo cual fue adecuado para el desarrollo de este proyecto.

Se implementó una base de datos con toda la información descrita en el apartado de análisis de requerimientos: equipos, clases, alumnos, privilegios, etc. Esta base de datos se comparte entre los diferentes sistemas desarrollados: Virtual Craft y Virtual Touch. De esta manera se tiene la información centralizada en un solo lugar y siempre disponible para cualquier



componente. El diagrama entidad-relación de la base de datos utilizada para este proyecto se puede consultar en el Anexo 1.

#### 4.1.2. MIDDLEWARE

Se desarrolló un middleware que permite conectar varias aplicaciones y hacer circular la información entre ellas. En este caso era necesario conectar Virtual Craft (entorno real) y Virtual Touch (entorno virtual), para compartir entre ellas la información que se maneja en el entorno de realidad mixta.

El estudiante, mediante su interacción con la aplicación móvil y sus acciones en el mundo real, genera información que es procesada por el middleware, que es el encargado de mantener la base de datos actualizada y el que permite obtener la información cuando se requiera. La información será consumida, especialmente, por Virtual Touch: en este entorno los estudiantes podrán utilizar los puntos ganados en el mundo real.

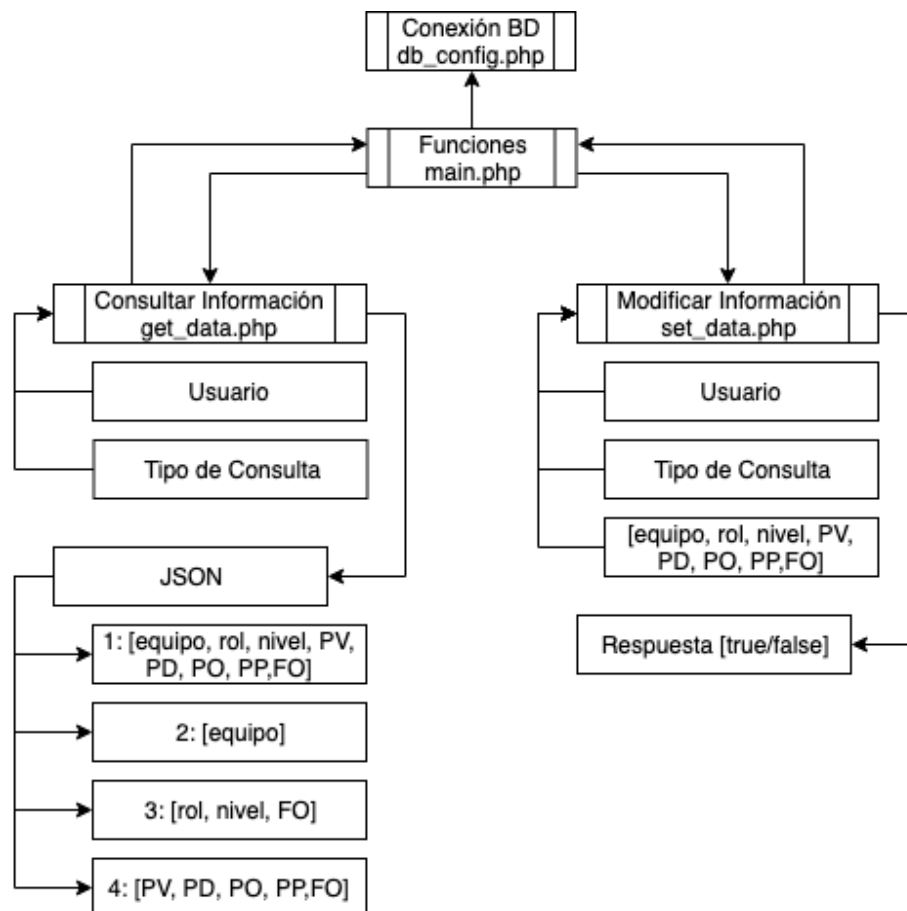


Figura 2. Proceso que realiza el middleware.

El middleware y la aplicación web están desarrollados en PHP, que fue elegido por ser un lenguaje de programación Open Source utilizado en la mayoría de las aplicaciones web. Además, es un lenguaje con una curva de aprendizaje muy baja, tiene un entorno de desarrollo de fácil configuración y, lo mas importante, se adaptó adecuadamente para cumplir con los objetivos del presente trabajo.

En la Figura 2 se pueden observar los procesos y componentes más importantes del middleware de base de datos, utilizado para la comunicación entre Virtual Craft y Virtual Touch. Para ello, se tienen dos programas PHP principales (`db_config.php` y `main.php`), que permiten crear una conexión a la base de datos y realizar consultas a la misma. A continuación se tienen dos programas PHP (`get_data.php` y `set_data.php`) que permiten realizar una petición de consulta o modificación de información, de acuerdo con lo que el mundo virtual o el mundo real soliciten. La respuesta a las peticiones varía de acuerdo con lo solicitado: devuelve un JSON si es una consulta de información o un booleano (`true`, `false`) si es una modificación. Este middleware permite consultar o modificar la información que más se va a utilizar: los puntos, el equipo, el rol o el nivel de un alumno.

#### **4.1.3. APLICACIÓN WEB Y MÓVIL (VIRTUAL CRAFT)**

El entorno real, como ya se ha venido mencionando anteriormente, consta de una aplicación web y una aplicación móvil.

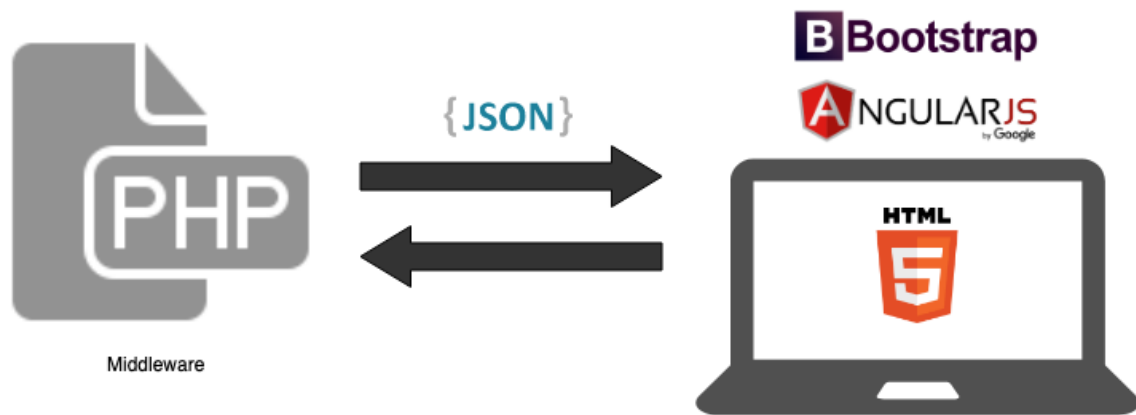
La aplicación móvil ha sido implementada en un trabajo de fin de grado desarrollado por *García* [48]. Esta aplicación fue desarrollada a partir de algunos componentes realizados en el presente trabajo, para así mantener la escalabilidad y fiabilidad del sistema. Está desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, ya que es uno de los sistemas operativos para Smartphone más usados en la actualidad según la web StatCounter<sup>5</sup>. Es importante mencionar que esta aplicación está dirigida a los estudiantes.

La aplicación web se desarrolló inicialmente con el objetivo de que el profesor pudiera administrar sus clases desde la misma y el gestor pudiera crear los usuarios de las aplicaciones. Sin embargo, más adelante se detectó la necesidad de dar acceso a estudiantes que empleaban dispositivos basados en IOS, por lo que también se ha desarrollado una aplicación web con funcionalidad equivalente a la aplicación móvil. De esta manera se

---

<sup>5</sup> <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>

soluciona el problema de los estudiantes que no poseen un dispositivo móvil con Android o que no tengan la aplicación en su móvil: se puede acceder desde el navegador de cualquier dispositivo con acceso a internet. La aplicación Android, sin embargo, sigue teniendo una interfaz más estética y dinámica.



**Figura 3. Arquitectura web utilizada en la aplicación web de Virtual Craft.**

Las herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación web, y la arquitectura utilizada en la aplicación web, se pueden visualizar en la Figura 3.

La parte del servidor de esta aplicación también fue desarrollada en PHP, al igual que el middleware, manteniendo de esta manera un estándar entre todas las aplicaciones desarrolladas en el presente proyecto, además de evitar inconsistencias de compatibilidad entre lenguajes de programación.

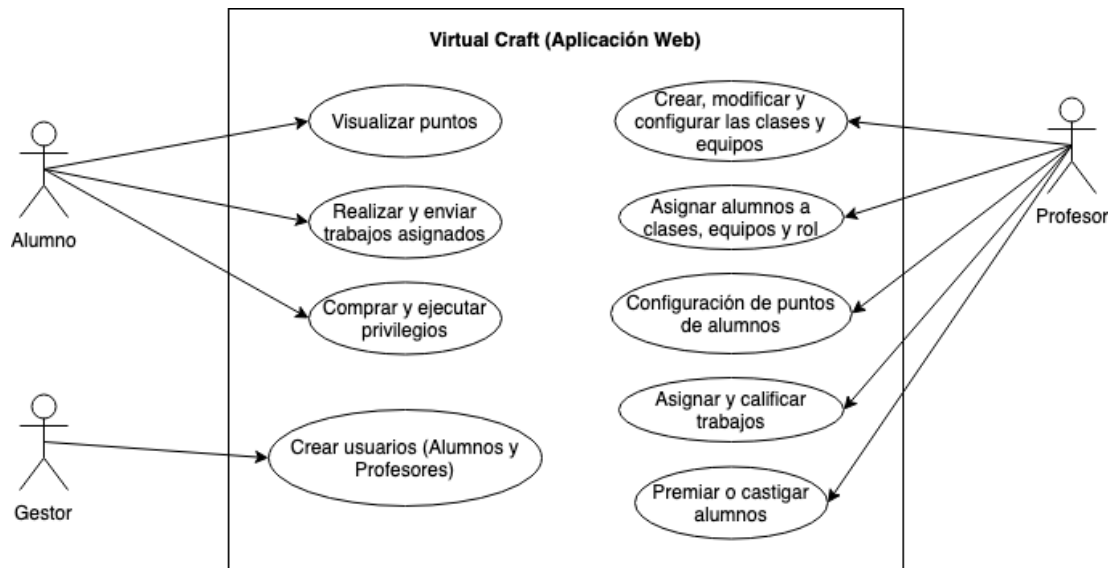
La parte del cliente ha sido desarrollada mediante el uso de los frameworks *Bootstrap*<sup>6</sup> y *Angular JS*<sup>7</sup>, que son frameworks muy utilizados en entornos web, debido a sus múltiples funcionalidades. *Bootstrap* es un framework CSS que permite construir paginas web con interfaces atractivas en cuanto a diseño, y adaptables a cualquier tipo de pantalla. *Angular JS* es un framework de JavaScript que permite un desarrollo de software más rápido al utilizar el *Modelo Vista Controlador (MVC)*, y que también tiene la opción del intercambio de información mediante *JSON*<sup>8</sup>, que es una manera sencilla y estándar de compartir y manipular la información entre el cliente y el servidor.

---

<sup>6</sup> <https://getbootstrap.com/>

<sup>7</sup> <https://angularjs.org/>

<sup>8</sup> <https://www.json.org/>

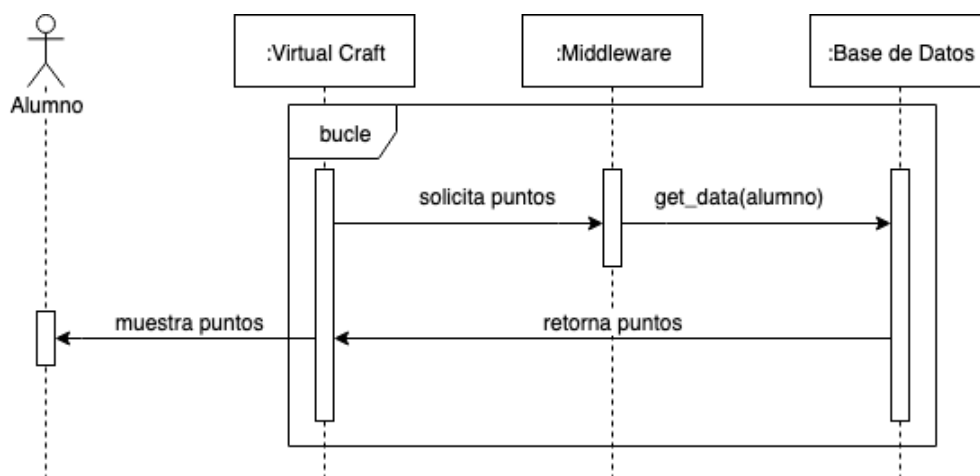


**Figura 4. Diagrama de casos de uso de Virtual Craft.**

La aplicación se ha dividido en tres módulos según los tipos de usuario, que son: alumno, profesor y gestor. En la Figura 4 se puede observar el diagrama de casos de uso de Virtual Craft, que describe cada una de las funciones principales que realizan los usuarios en el sistema. A continuación, se describe en detalle cada uno de los módulos desarrollados para cada uno de los tipos de usuario.

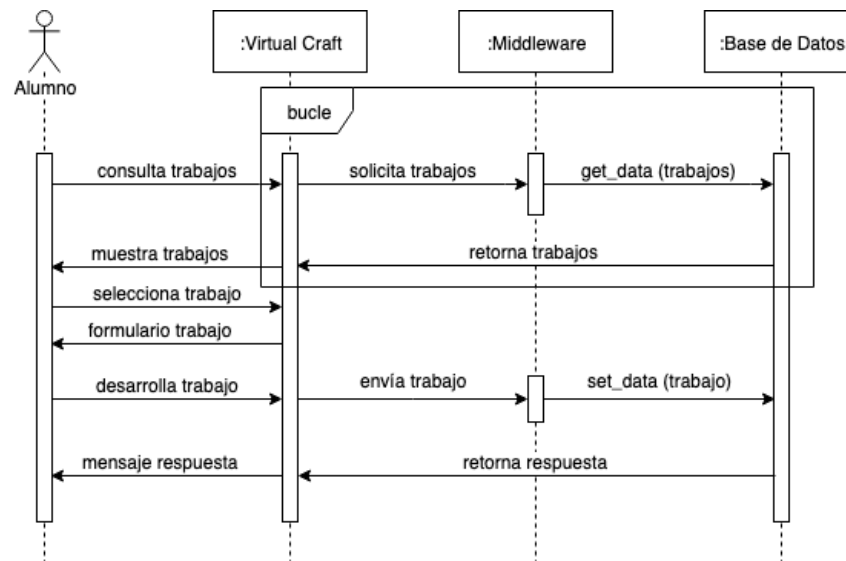
## USUARIO ALUMNO

El módulo desarrollado para los alumnos permite: **visualizar** la clase, el equipo, los puntos y el equipo del alumno, los escudos de los equipos de la clase y los avatares de sus compañeros del equipo; **realizar** los trabajos asignados por el profesor; y por último, **ganar y ejercer** privilegios.



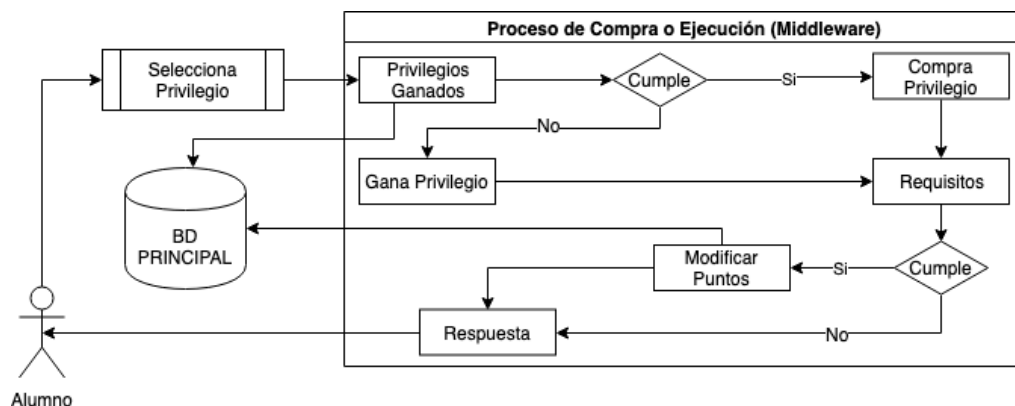
**Figura 5. Diagrama de secuencia de visualización de información del alumno.**

En la Figura 5 se puede observar el proceso que se realiza para mostrar la información del alumno (puntos, equipo, clase, rol, nivel). Se puede observar que los puntos se van solicitando constantemente (específicamente cada 20 segundos), mientras que la información de equipo, clase, rol y nivel del alumno, sólo se solicita al momento de cargar la pantalla principal, ya que son datos que no van a cambiar tan frecuentemente como los puntos.



**Figura 6. Diagrama de secuencia del proceso de desarrollo de un trabajo del alumno.**

En la Figura 6 se describe el proceso que se realiza para el desarrollo de un trabajo previamente asignado por el profesor. El alumno al abrir la pantalla de trabajos realiza una consulta de los trabajos que se le ha asignado. El sistema realiza constantemente el proceso para mostrar los trabajos que tiene el alumno, ya que el profesor en cualquier momento puede asignarle un nuevo trabajo. Luego el alumno selecciona, desarrolla y envía el trabajo para su calificación. El sistema le muestra un mensaje si el trabajo no se ha podido enviar.



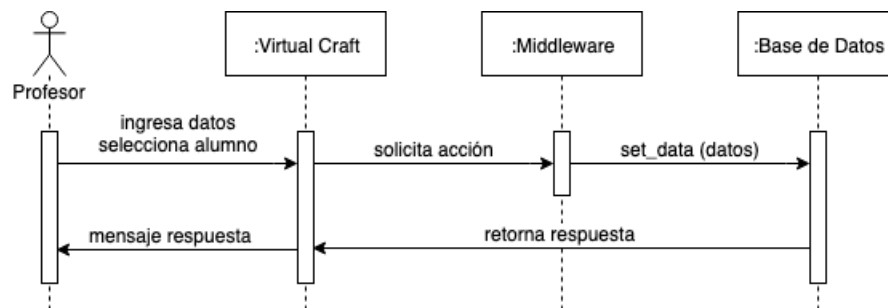
**Figura 7. Diagrama del proceso de ganar o ejercer un privilegio.**

El proceso para ganar o ejercer un privilegio se describe en la Figura 7. El alumno selecciona el privilegio que desea y el sistema automáticamente verifica si cumple con los requisitos para ganarlo; si el privilegio no ha sido ganado; o para ejercerlo, si el privilegio ya ha sido ganado anteriormente. Si cumple con los requisitos, sea para ganarlo o ejercerlo, se le muestra un mensaje para aceptar la acción sobre el privilegio y al aceptar se realiza el proceso para ganar o ejercer (modificación de puntos). Si no cumple con los requisitos se le muestra un mensaje en donde se le informa por qué no puede realizar la acción.

## USUARIO PROFESOR

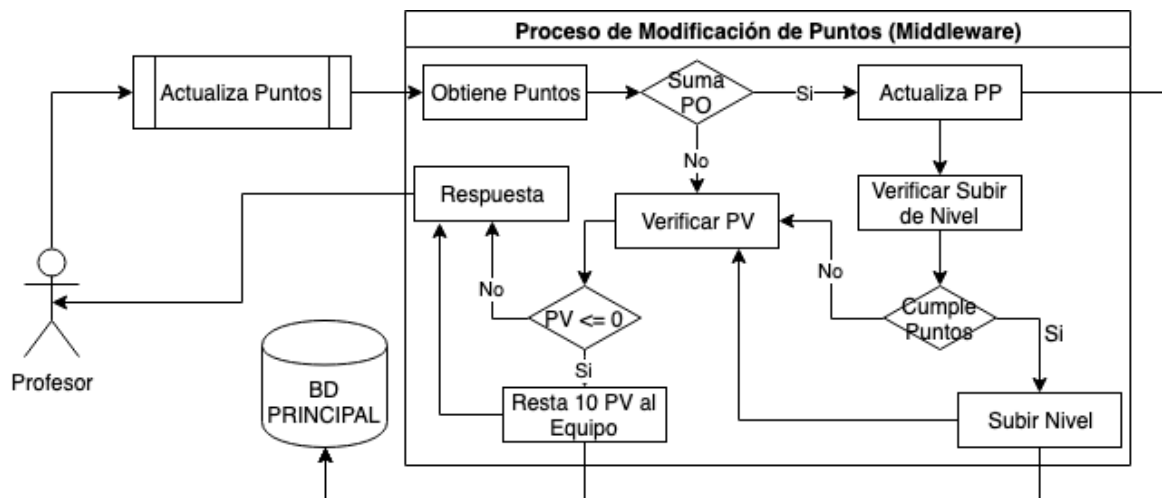
El módulo desarrollado para el profesor permite: **realizar los procesos de gestión** de entidades (clases, equipos, actuaciones, privilegios, trabajos y alumnos); **realizar la asignación de alumnos** a un curso, equipo y rol; **establecer premios o castigos** a los alumnos según las acciones que realicen en el aula (comportamiento, rendimiento, etc.); **asignar calificaciones y aprobaciones de trabajos**; y **configurar los puntos** de los alumnos cuando sea necesario.

Todas las funcionalidades mencionadas anteriormente emplean un mecanismo similar, que es la modificación de datos en la base de datos. Por ejemplo, el proceso de gestión abarca la creación y modificación de la información de las diferentes entidades mencionadas.



**Figura 8. Diagrama de secuencia de gestión de entidades.**

En la Figura 8 se detalla el proceso que sigue cada una de las acciones que puede realizar el profesor. Para iniciar el proceso hay dos formas: (i) ingreso de datos; para los procesos de ingreso y modificación de las diferentes entidades, y (ii) seleccionar un alumno; para asignarle a un curso, equipo o rol, o también para la asignación de trabajos, premios o castigos. Luego de iniciar el proceso el sistema se encarga de realizar el resto de la alteración de los datos y finalmente mostrar un mensaje que informa al usuario si se ejecutó correctamente.

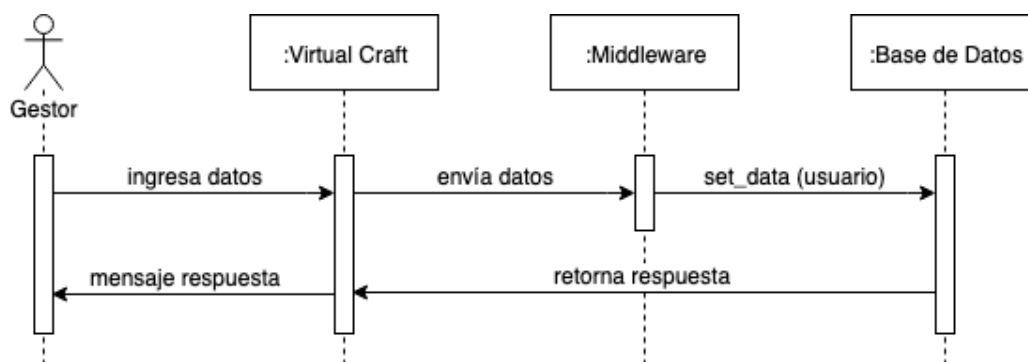


**Figura 9. Diagrama del proceso de modificación de puntos.**

En la Figura 9 se define el proceso de modificación de puntos de una forma detallada, porque es uno de los procesos más importantes de la aplicación, al ser utilizado en todos los módulos desarrollados. Este proceso puede ser ejecutado directamente por el profesor o también puede ser ejecutado por otros procesos: al ejecutar una actuación (premio o castigo), al ganar o ejercer un privilegio, o al aprobar un trabajo enviado por el alumno. Todas estas acciones retornan un mensaje que informa si se ejecutó correctamente el proceso. El proceso internamente realiza la actualización de puntos que dependen de otros, el ascenso de nivel y la verificación de cuando un alumno cae en la mazmorra.

## USUARIO GESTOR

El módulo desarrollado para el gestor permite: la **creación de los usuarios** del sistema, tanto alumnos como profesores. La persona a cargo de este usuario debe ser una persona con conocimiento acerca de los profesores y alumnos que pertenecen al instituto. El proceso de creación de usuarios se puede ver en el diagrama de secuencia de la Figura 10.



**Figura 10. Diagrama de secuencia del proceso de creación de usuarios.**

#### **4.1.4. MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH)**

El mundo virtual llamado Virtual Touch, ha sido desarrollado en la plataforma OpenSim<sup>9</sup>, versión Open Source de Second Life. La programación de los componentes virtuales de esta plataforma se realiza en el lenguaje de programación LSL (Linden Scripting Language)<sup>10</sup>.

Virtual Touch es una isla en OpenSim con un entorno medieval, en donde los estudiantes se sentirán motivados al divertirse en este mundo. Lo primero que realizarán los estudiantes en este entorno es la selección de su vestimenta y una fase inicial de reconocimiento de la isla para que se vayan adaptando al entorno. Luego podrán interactuar con los objetos inteligentes desarrollados para Virtual Touch, los cuales se comunican mediante peticiones HTTP con la base de datos.

#### **TÓTEM**

En el mundo virtual cada equipo tiene un espacio propio en el cual pueden colocar objetos como viviendas, artículos ornamentales, animales, interiores de una vivienda, etc. Para esto los alumnos deben explorar el mundo virtual y encontrar el espacio en donde colocarán sus objetos. Para delimitar este espacio se ha desarrollado un objeto llamado “Totem”, el cual es asignado a un estudiante de cada equipo. El tótem verifica los objetos que estén a una distancia determinada a la redonda: los objetos no deben ser de un propietario que no esté dentro de su equipo. Si se da ese caso el tótem informa al propietario para que lo retire, ya que esta invadiendo el territorio de un equipo al que no pertenece. El script del tótem realiza el proceso de verificación de equipos y alumnos según el protocolo que se muestra en la Figura 11.

---

<sup>9</sup> [http://opensimulator.org/wiki/Main\\_Page](http://opensimulator.org/wiki/Main_Page)

<sup>10</sup> [http://wiki.secondlife.com/wiki/LSL\\_Portal](http://wiki.secondlife.com/wiki/LSL_Portal)

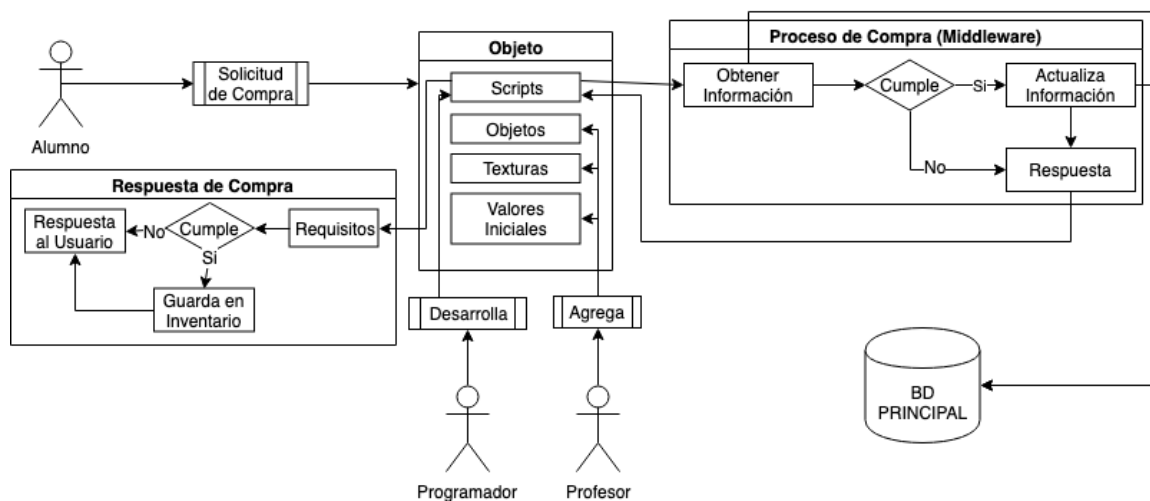




## DISPENSADOR DE OBJETOS PARA TIENDAS

En Virtual Touch los profesores tienen la posibilidad de crear tiendas para que los alumnos puedan comprar objetos mediante los puntos que han ganado en Virtual Craft y así motivarles. Estas tiendas están limitadas de acuerdo con el rol de cada estudiante (Caballero/Amazona, Abad/Abadesa, Conde/Condesa), y puede haber una o mas tiendas por cada rol. Dentro de cada tienda los objetos están clasificados mediante paneles organizados por nivel de jugador. Por ejemplo, si el alumno está en nivel 2, podrá solo comprar objetos del panel de nivel 2. Finalmente cada uno de los objetos está representado en un cuadro, ya que los objetos pueden ser demasiado grandes o pueden contener varios objetos, texturas, etc. Por ejemplo, al comprar una casa se debe guardar en el inventario del alumno la casa y las texturas que contiene esta.

Para poder validar o limitar cada uno de los requerimientos anteriores se desarrolló un script para colocarlo en los dispensadores de objetos que se encuentren en las tiendas. Mediante variables iniciales se puede restringir o permitir la compra de los objetos. En la Figura 12 se describe el proceso de compra de un objeto de una tienda.



**Figura 12. Diagrama del proceso que realiza el objeto de una tienda.**

El profesor tiene que realizar las siguientes acciones por cada objeto que puede ser comprado:

- Agregar el script para que el dispensador del objeto funcione correctamente, el proceso que realiza el script se detalla en la Figura 12.

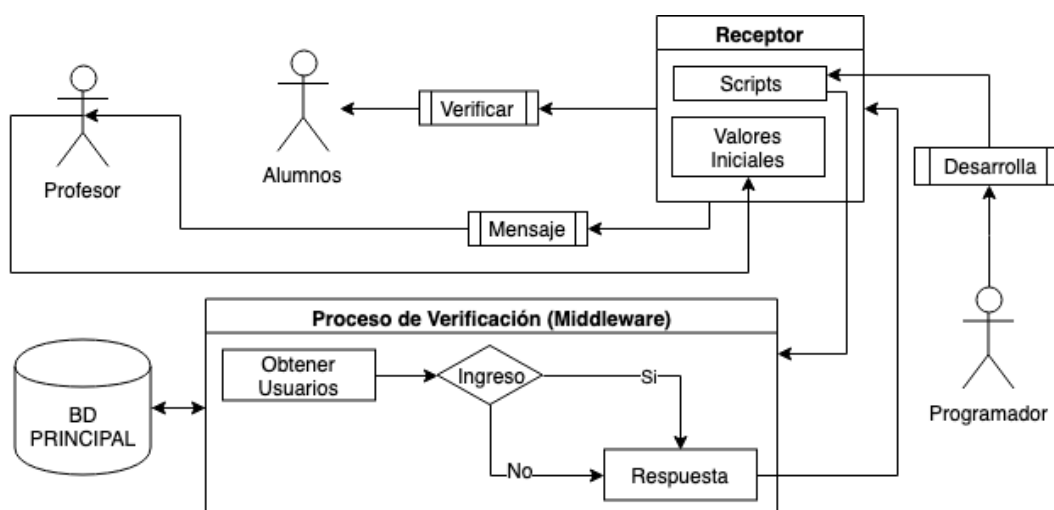
- Agregar los objetos, texturas y lo que se le entregará al alumno cuando realice la compra.
- Modificar los valores iniciales del script, por ejemplo, qué roles y niveles podrán comprar el objeto, precio, etc. En el Anexo 4 se encuentra el código del script.

El proceso que muestra la Figura 12 describe cómo el alumno compra un objeto. Inicia con la solicitud de compra del objeto, en donde al tocar el dispensador le aparecerá un cuadro de diálogo con información del mismo (precio, rol y nivel) y botones de comprar o cerrar. Si la compra se ejecuta el script realiza lo siguiente:

- Obtiene el nombre del usuario del mundo virtual y obtiene el equipo, rol, nivel y puntos de la base de datos.
- Valida si esta información cumple los requerimientos de compra del objeto(valores iniciales del script). Si los cumple, se actualiza la información (sumar o restar puntos) y se retorna un valor booleano(true o false) que informa si se actualizaron correctamente los puntos del alumno.
- Si el valor booleano es verdadero, se guarda en el inventario del alumno los objetos que contiene el dispensador y se le informa que ha comprado el objeto. En caso contrario se le informa que no cumple con los requerimientos para comprar el objeto.

## **DETECTOR DE USUARIOS CONECTADOS**

Es importante tener información de los usuarios que hayan accedido o que estén en línea en Virtual Touch. De esta manera se puede controlar el tiempo de conexión aproximado de los usuarios. Por esta razón se ha desarrollado un objeto que funciona como detector de los usuarios conectados a la base de datos: este objeto envía la información de los usuarios conectados cada cinco minutos.



**Figura 13. Diagrama del proceso del objeto receptor del mundo virtual.**

Para crear este objeto, el profesor debe escoger el objeto que va a funcionar como detector y realizar las siguientes acciones:

- Agregar el script al objeto para el correcto funcionamiento; el script contiene la lógica que describe la Figura 13.
- Modificar los valores iniciales del script especificados en el mismo, por ejemplo, el área en metros que el objeto va a comprobar y cada cuánto tiempo. En el Anexo 5 se encuentra el código del script.

El diagrama de la Figura 13 describe el proceso que realiza el detector. Primero verifica a los usuarios que se encuentran en el área, luego envía estos usuarios a la base de datos para el ingreso de los mismos y por ultimo se recibe la respuesta si se ingresó o no correctamente.

## 4.2. IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se describe la implementación de las aplicaciones descritas en el anterior apartado. En el capítulo anterior se ha descrito la arquitectura que se siguió para crear el entorno de realidad mixta propuesto. Esta arquitectura es similar a la de un sistema distribuido: en esta propuesta se comparte información entre las aplicaciones Virtual Craft y Virtual Touch. En los anexos (ANEXO 3 – ANEXO 6) se puede consultar parte del código de las dos aplicaciones y en el ANEXO 2 una breve explicación de cada uno de los archivos PHP desarrollados.

#### 4.2.1. APLICACIÓN WEB (VIRTUAL CRAFT)

La aplicación web y el middleware están alojados en un servidor de la EPS-UAM. Mediante WAMP, un entorno de servicios web, se administran los componentes necesarios para que la aplicación web este en funcionamiento. Estos componentes son: (i) Apache, como servidor web, (ii) MySQL y PHPMYADMIN, como base de datos y administrador de base de datos respectivamente, y (iii) PHP, como lenguaje de programación orientado a páginas web.

Esta aplicación web, como ya se ha mencionado anteriormente, va a ser usada por un gestor, por estudiantes y por profesores, los cuales tienen una página en común que es la de inicio de sesión, según se puede ver en la Figura 14.

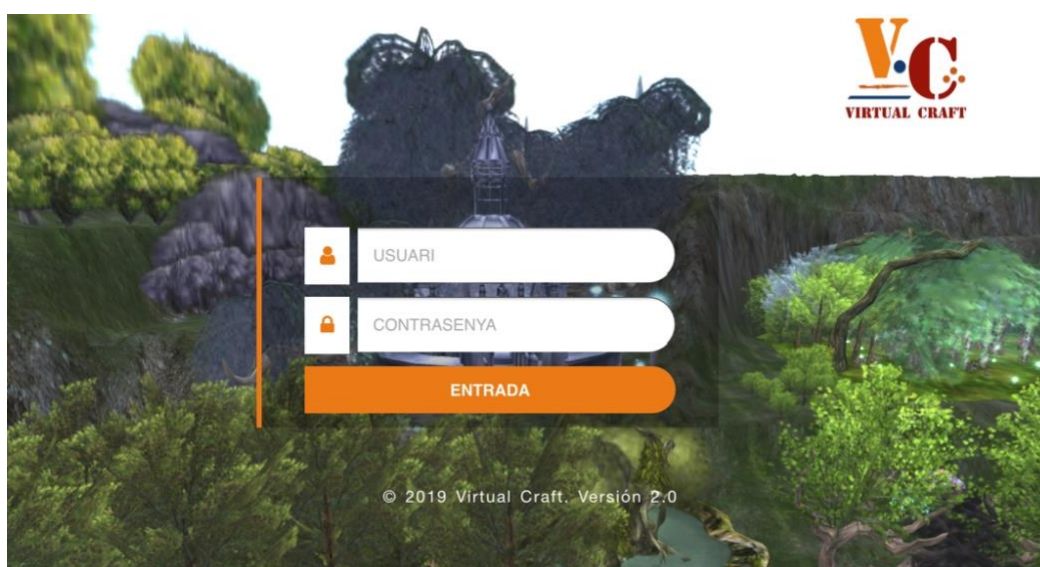


Figura 14. Login de usuarios de Virtual Craft.

#### MÓDULO ALUMNO

Los estudiantes disponen de un módulo, que se desarrolló de manera que los estudiantes se sientan en un juego, para lo cual se tuvieron en cuenta los elementos de gamificación sugeridos por *Zichermann et al.* [19]: la mecánica, la dinámica y la estética. **La mecánica** permite convertir al método tradicional en un aprendizaje interactivo a partir de los contenidos de aprendizaje, y junto con **la dinámica y la estética** del juego se cumple con el objetivo de motivación y aprendizaje a los estudiantes.

La mecánica de juego permitió que los métodos de aprendizaje tradicionales se adaptarán al entorno propuesto. Por ejemplo, en la realización de trabajos y en las acciones que realicen

los estudiantes en la clase. El profesor, mediante Virtual Craft, puede asignar trabajos a los estudiantes y puede mejorar el comportamiento de sus alumnos en la clase mediante premios y castigos: de esta manera los estudiantes ganan o pierden puntos que pueden ser utilizados para tener privilegios en la clase y en el mundo virtual.

La dinámica de juego consta de varios componentes que permiten motivar al estudiante a tener un comportamiento adecuado en la clase, a trabajar en equipo para mejorar las habilidades de todos los miembros del equipo y a realizar las tareas propuestas por el profesor. Al realizar estas acciones los estudiantes ganan puntos que pueden ser utilizados para obtener privilegios en la clase. Estos privilegios también pueden influir al equipo del estudiante. Además con los puntos ganados pueden comprar objetos en el mundo virtual.

La estética también es muy importante, ya que ésta es la que permite que los estudiantes se sientan en un entorno medieval. En conjunto con los dos elementos nombrados anteriormente permiten tener un entorno de realidad mixta a manera de juego.



**Figura 15. Panel principal del alumno (Virtual Craft).**

Como ya se ha mencionado en el capítulo de análisis de requerimientos, un alumno puede pertenecer a varios cursos. Al ingresar en el módulo del alumno, primero se muestra una pantalla para seleccionar el curso en el cual se va a interactuar. Luego de seleccionar el curso, aparece el panel principal que se puede observar en la Figura 15. Éste consta de un menú que contiene: (i) el rol asignado, (ii) nombre del estudiante, (iii) equipo asignado, (iii) puntos

ganados, (iv) nivel actual y (v) botones para acceder a los trabajos (Scriptotium), acceder a los privilegios, volver atrás y cerrar la sesión. En el panel se muestran los avatares de su equipo con los respectivos nombres (Figura 15). Si el alumno tiene 0 PV, la aplicación automáticamente le envía a la mazmorra, en donde no puede utilizar la sección de privilegios hasta que realice un trabajo propuesto por el profesor (Figura 16).



**Figura 16. Pantalla mazmorra del alumno (Virtual Craft).**

Al ingresar al apartado de privilegios, se muestra una pantalla con los privilegios del rol del alumno. En esta pantalla el estudiante puede ganar o ejercer un privilegio, el cual cuando sea ejercido le permite realizar alguna acción especial en la clase o también ganar puntos para usarlos en el mundo virtual. Los privilegios se muestran de diferentes colores dependiendo si el privilegio ha sido ganado o no. Los ganados se representan con color verde y los no ganados de color gris (Figura 17). Para ejercer un privilegio es necesario que el estudiante previamente gane el privilegio.

El estudiante, para ganar o ejercer un privilegio, debe cumplir con los requerimientos (puntos, nivel o privilegio previo) que se le muestran en un cuadro de dialogo al seleccionar el privilegio deseado. Cuando el estudiante ejerza un privilegio, el profesor desde su aplicación puede verificarlo y así permitir al estudiante realizar la acción correspondiente al privilegio. Las acciones que permiten realizar los privilegios y la gratificación al obtener puntos para comprar objetos en el mundo virtual incentivan a los estudiantes a tener un mejor



comportamiento en clase y a mejorar sus conocimientos para realizar los trabajos que les asigne el profesor.

Los privilegios también ayudan a mejorar el trabajo en equipo, porque hay algunos que de acuerdo con el rol dan puntos al equipo. De esta manera obliga a un estudiante de un equipo a esforzarse para ejercer dicho privilegio y así ayudar a salir a un compañero de la mazmorra o dar puntos para comprar un objeto que le haga falta a un alumno en el mundo virtual.



**Figura 17. Pantalla de privilegios del alumno (Virtual Craft).**

Por ultimo, en el apartado de “Scriptorium” se muestran todos los trabajos que han sido asignados al alumno. Los trabajos ayudan en el aprendizaje de los alumnos y en la presente propuesta se motiva a los estudiantes a realizar los trabajos asignados mediante la obtención de puntos. El profesor puede asignar trabajos cuando crea necesario o cuando un alumno se encuentre en la mazmorra.

Un trabajo consta de un titulo, una fecha de asignación y si está aprobado o no. La pantalla de trabajos muestra la lista de trabajos asignados al alumno, en donde cada trabajo consta de dos botones: uno que muestra en un popup las indicaciones de trabajo, la calificación y comentario, si ya ha sido aprobado; y otro que igual muestra un popup para desarrollar el trabajo y enviarlo a calificar (Figura 18).





**Figura 18. Pantalla de trabajos asignados al alumno (Virtual Craft).**

Para que el estudiante pueda acceder a cada una de estas pantallas e interactuar con la aplicación, el profesor debe haberle asignado previamente a una clase, a un equipo y un rol.

## MÓDULO PROFESOR

Los profesores son los encargados de administrar sus clases, para lo cual se desarrollaron varias pantallas para la administración y configuración previa de una clase. Los componentes que son necesarios configurar previamente son: los trabajos, los premios, los castigos, los privilegios, los equipos y los roles de los estudiantes.

En la pantalla principal se muestra las diferentes clases que ha creado el profesor. Cada una de ellas tiene varios botones para la configuración de los componentes nombrados anteriormente (Figura 19). Estos botones realizan las siguientes funciones en cada una de las clases: edición del nombre y descripción (Figura 20), selección de logo (Figura 21), asignación de alumnos (Figura 22), creación de equipos (Figura 23), creación o modificación de trabajos (Figura 24), creación o modificación de premios (Figura 25), creación o modificación de castigos (Figura 26) y modificación de privilegios (Figura 27).



Figura 19. Pantalla de clases del profesor (Virtual Craft).



Figura 20. Pantalla de edición de clases (Virtual Craft).

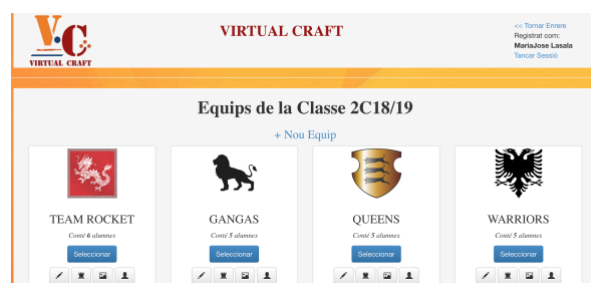


Figura 23. Pantalla de equipos de la clase (Virtual Craft).



Figura 21. Pantalla de selección de logo de la clase (Virtual Craft).



Figura 24. Pantalla de creación y edición de trabajos (Virtual Craft).



Figura 22. Pantalla de asignación de alumnos a la clase (Virtual Craft).



Figura 25. Pantalla de creación y edición de premios (Virtual Craft).

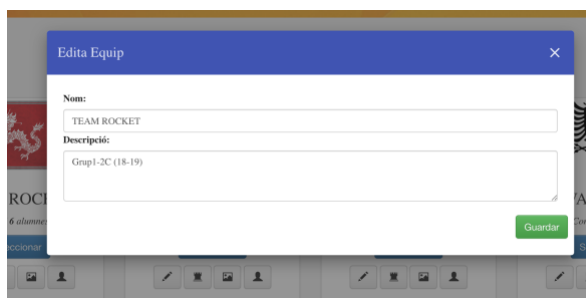


**Figura 26. Pantalla de creación y edición de castigos (Virtual Craft).**

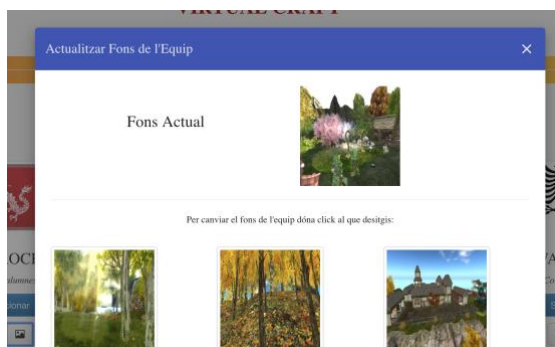


**Figura 27. Pantalla de edición de privilegios (Virtual Craft).**

También es necesario crear y configurar los equipos de la clase (Figura 23). Hay pantallas para la edición del nombre y descripción del equipo (Figura 28), selección del escudo (Figura 29), selección del fondo (Figura 30) y asignación de alumnos de la clase al equipo (Figura 31). Todas estas configuraciones previas son necesarias para que el alumno pueda utilizar la aplicación.



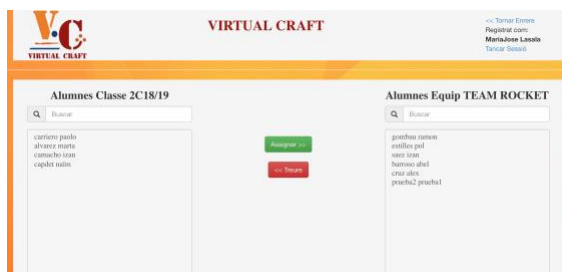
**Figura 28. Pantalla de edición de equipo (Virtual Craft).**



**Figura 30. Pantalla de selección del fondo del equipo (Virtual Craft).**




**Figura 29. Pantalla de selección de escudo del equipo (Virtual Craft).**



**Figura 31. Pantalla de asignación de alumnos de la clase a un equipo (Virtual Craft).**

Desde las pantallas de las clases y equipos se puede acceder a gestionar la actividad de la clase, mostrando los alumnos de la clase o equipo seleccionado (Figura 32). En este apartado es posible realizar las siguientes acciones sobre los alumnos:

- i. Asignar trabajos (Figura 33): se asigna un trabajo a un alumno, equipo o clase para que lo desarrollen.
- ii. Premiar (Figura 34): se premia al alumno por haber realizado alguna acción en la realidad. Se pueden agregar premios en la configuración de la clase.
- iii. Castigar (Figura 35): se castiga a algún alumno por alguna acción realizada en la realidad. Al igual que los premios, se pueden agregar castigos en la configuración de la clase.
- iv. Subir o bajar puntos (Figura 36): permite subir o bajar puntos a un alumno en especial, por el motivo que crea conveniente el profesor. Se debe agregar una observación del motivo de modificación de los puntos.
- v. Asignar un rol y nivel (Figura 37): permite asignar un rol y nivel al alumno, esto se debe hacer únicamente al inicio del juego.

<div>  <div>VIRTUAL CRAFT</div> <div> <a href="#">Tornar Enrere</a>  Registrat com:  <b>MariaJose Lasala</b>  <a href="#">Tancar Sessió</a> </div> </div>												
Classe: 2C18/19												Opcions
<div> <div>Q</div> <div>Buscar</div> </div>												
Estudiant	Equip		Rol	Nivell	PV	PD	PO	PO Acu	PP	FO	Privilegi utilitzat	Acció
barroso abel	TEAM ROCKET		Comte	3	0	84	981	2038	4	13	FORÇA	
cruz alex	TEAM ROCKET		Cavaller	2	37	44	321	522	1	3	FORÇA	
dakiouak basma	FIRULAIS		Amazona	2	100	50	881	881	1	5	Cap	
estilles pol	TEAM ROCKET		Abat	2	37	69	616	617	1	3	Cap	
fernandez patricia	FIRULAIS		Comtessa	1	5	100	446	446	0	5	Cap	
gaitx mariana	WARRIORS		Comtessa	1	50	100	497	497	0	5	Cap	
gamez anais	QUEENS		Comtessa	1	30	100	421	421	0	5	Cap	
gombau ramon	TEAM ROCKET		Cavaller	1	27	49	481	482	0	3	Cap	
lakhali monya	FIRULAIS		Amazona	1	100	50	471	471	0	5	Cap	

**Figura 32. Pantalla del panel principal de la clase o equipo seleccionado (Virtual Craft).**



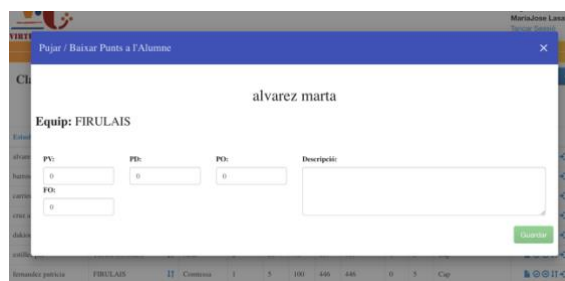
**Figura 33. Pantalla de asignación de trabajos (Virtual Craft).**



**Figura 35. Pantalla de asignación de castigos (Virtual Craft).**



**Figura 34. Pantalla de asignación de premios (Virtual Craft).**

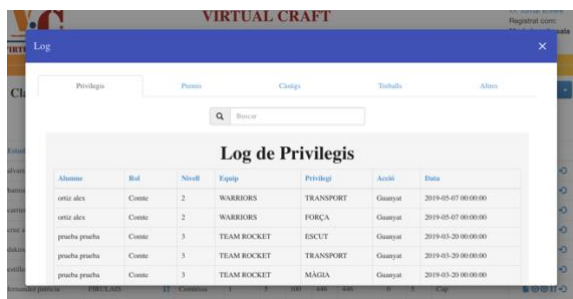


**Figura 36. Pantalla para subir o bajar puntos (Virtual Craft).**

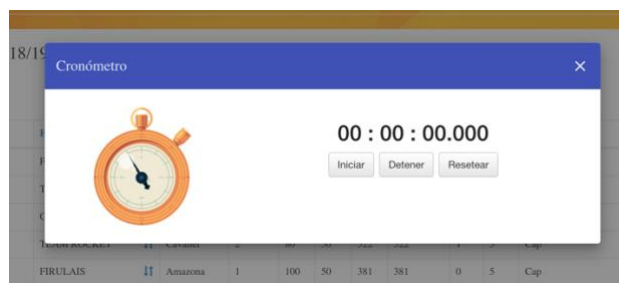


**Figura 37. Pantalla de asignación de rol y nivel (Virtual Craft).**

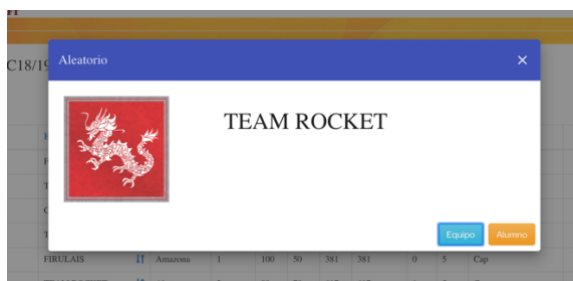
En el panel principal de la clase (Figura 32) se puede obtener información de las acciones que han realizado los estudiantes, como por ejemplo, si han ganado algún privilegio, si han caído en mazmorra, etc.(Figura 38). De igual manera se han implementado acciones para mejorar la dinámica de clase, tales como obtener un alumno o equipo aleatorio para realizar alguna actividad (Figura 39) o un cronometro para medir el tiempo de las actividades (Figura 40). Estas acciones se pueden ir agregando a futuro de acuerdo con las necesidades que vayan surgiendo. En esta sección, el profesor también puede realizar la calificación de trabajos enviados por los alumnos y agregar una nota y un comentario acerca del trabajo enviado (Figura 41).



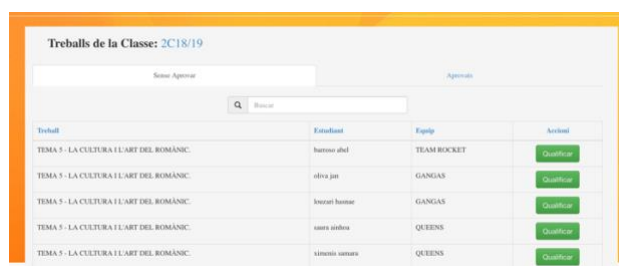
**Figura 38. Pantalla del log del profesor (Virtual Craft).**



**Figura 40. Pantalla del cronómetro (Virtual Craft).**



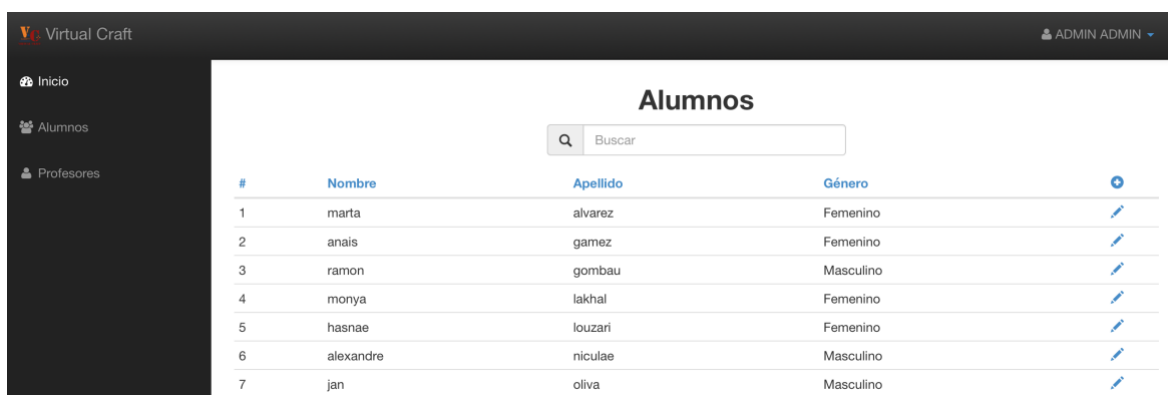
**Figura 39. Pantalla de generación de alumno o equipo aleatorio (Virtual Craft).**



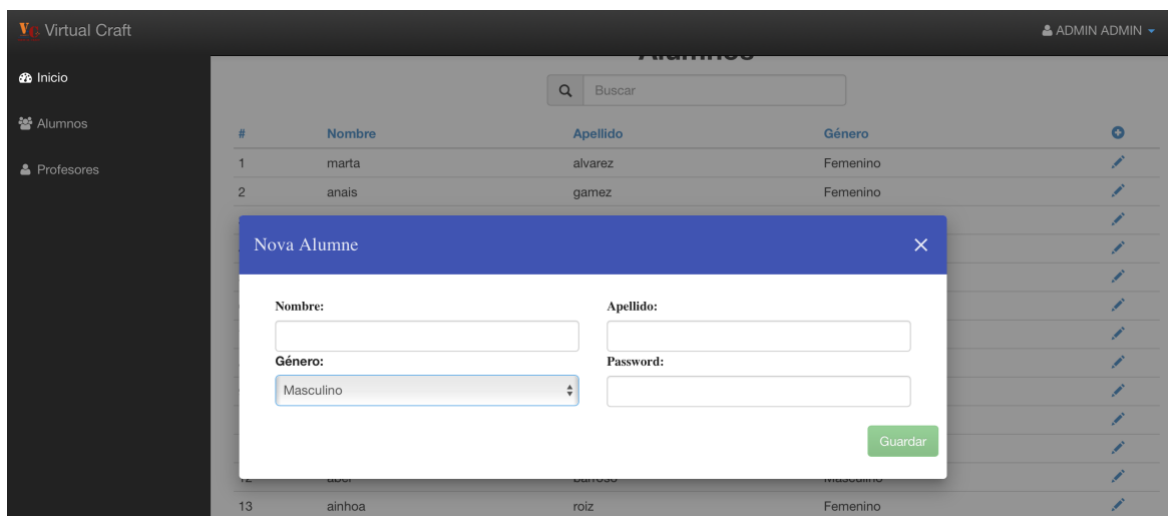
**Figura 41. Pantalla de calificación de trabajos (Virtual Craft).**

## MÓDULO GESTOR

En los institutos de educación debe haber alguien que administre la aplicación. Con este fin se ha desarrollado un módulo de gestión del sistema. Se ha realizado una versión simple ya que, por ahora, el gestor solo realizará la creación y modificación de usuarios en el sistema. En la Figura 42 y Figura 43 se puede observar una lista de los alumnos que tiene el sistema y la pantalla para crear o modificar estos alumnos. Hay pantallas similares para crear y modificar profesores.



**Figura 42. Pantalla de gestión de alumnos (Virtual Craft).**



**Figura 43. Pantalla de creación o modificación de alumnos (Virtual Craft).**

#### **4.2.2. MUNDO VIRTUAL (VIRTUAL TOUCH)**

El entorno Virtual Touch se implementó para lograr, en combinación con Virtual Craft, un ambiente de realidad mixta en la educación secundaria. Se encuentra alojado en un servidor de OpenSim de la UAM-EPS. Se creó una isla exclusiva para realizar las actividades y la interacción entre los estudiantes, empleando los puntos que han logrado en la vida real mediante Virtual Craft. Cada estudiante puede acceder al mundo virtual desde el instituto o desde su casa mediante el uso de visualizadores de mundos virtuales compatibles con OpenSim. Para evitar tener problemas con la instalación y configuración de algún visualizador, se ha facilitado una memoria USB que automáticamente ejecuta el visualizador con la configuración necesaria para su funcionamiento.

Como ya se ha venido mencionando en los capítulos anteriores, la isla fue creada como un ambiente medieval con objetos basados en este ambiente (Figura 44). Los estudiantes realizarán un proceso de adaptación previo, que consta de la configuración de su avatar, la adaptación al uso de los controles, la exploración de la isla y la selección del área que conformará su equipo.

Las actividades que los estudiantes pueden realizar en este entorno están diseñadas para motivarles a conseguir más puntos, y para obtener puntos deben tener un comportamiento adecuado en clase y realizar tareas para su aprendizaje. En este momento las actividades propuestas en el entorno virtual solo se emplean para motivar al estudiante, pero en un futuro, con la creación de más objetos, se enfocarán también en el aprendizaje.





**Figura 44. Mundo virtual (Virtual Touch) con entorno medieval.**

Se han creado tres objetos especiales para Virtual Touch: (i) tótem: delimita el espacio de un equipo en la isla (Figura 45); (ii) dispensador de objetos en tiendas: permite realizar la compra de un objeto en las tiendas (Figura 47); y (iii) detector de usuarios conectados: detecta cada cierto tiempo los usuarios conectados. El diseño de cada uno de estos objetos mencionados se explicó en la sección anterior de diseño.

Para que los objetos de Virtual Touch puedan interactuar con Virtual Craft, se emplean peticiones HTTP, permitiendo compartir entre las aplicaciones la información de los alumnos: el equipo, el nivel, el rol y los puntos ganados. También permite modificar la información cuando sea necesaria la actualización de los puntos del alumno.



**Figura 45. Tótem en el mundo virtual (Virtual Touch).**





**Figura 46. Tiendas en el mundo virtual (Virtual Touch).**



**Figura 47. Paneles de los dispensadores de objetos en el mundo virtual (Virtual Touch).**

Estos objetos permiten crear una dinámica de juego para motivar a los estudiantes en su aprendizaje. Los estudiantes, al ingresar a Virtual Touch, deben explorar la isla junto con sus compañeros de equipo y luego escoger un espacio en el cual podrán construir su aldea. Un integrante del equipo tendrá en su inventario un tótem (Figura 45), el cual delimitará su espacio en la isla. En el espacio del equipo cada uno de los estudiantes puede colocar los objetos comprados en las tiendas, y mediante el trabajo en equipo, podrán lograr construir su aldea.

En Virtual Touch existirán varias tiendas alrededor de la isla. Estas tiendas serán específicas para cada uno de los roles (Figura 46): Caballero/Amazona, Abad/Abadesa y Conde/Condesa. Dentro de las tiendas existirán dispensadores de objetos que estarán clasificados por paneles de acuerdo con el nivel que tenga el estudiante (Figura 47). Los

objetos que pueden comprar los estudiantes varían de acuerdo con su rol y nivel, para de esta manera obligar a los estudiantes a trabajar en equipo para la construcción de su aldea: los caballeros y amazonas pueden comprar objetos de decoración de interiores (muebles, cerámicas, cuadros, alfombras, lámparas de interior, etc.), los abades y abadesas pueden comprar objetos de decoración de exteriores y jardines (fuentes, arboles, plantas, bancos, faroles, vallas, caminos, etc.) y los condes y condesas pueden comprar edificios (más pequeños y sencillos para niveles bajos y más amplios y grandes para niveles más altos, como por ejemplo castillos, casas, etc.).

En la dinámica de juego propuesta se fomentará la competitividad en el juego y en la clase, tanto entre alumnos como entre equipos. Por ejemplo, entre los equipos van a estar observando lo que los otros equipos van construyendo y van a querer mejorar su aldea de alguna manera: la única opción que tienen es ganar puntos en la vida real y para ganar estos puntos deben realizar tareas y tener un buen comportamiento en la clase. En este ejemplo se puede ver claramente cómo se crea un entorno de realidad mixta en la clase, ya que el buen comportamiento influye a tener puntos y comprar algún objeto en el mundo virtual.

Lo mismo sucede con los privilegios: cuando algún alumno gane un privilegio los demás alumnos van a querer tener ese privilegio y van a realizar todo lo posible por ganar el nivel y puntos necesarios para comprarlo.

# 5. EVALUACIÓN Y RESULTADOS

---

Debido a la dificultad de implantación de las aplicaciones dentro de un curso académico, sólo se han podido realizar pruebas piloto de las aplicaciones. En concreto, la parte del mundo virtual no pudo ser explorada en la clase de este año, y se probará en el primer semestre del próximo curso. Sin embargo, sí se hicieron pruebas con Virtual Craft y se realizó una encuesta semiestructurada a la profesora, en la cual describe su opinión de la propuesta presentada.

## 5.1. ENCUESTA A LA PROFESORA

Se realizó una encuesta semiestructurada a la profesora, que se dividió en cinco secciones: conocimientos previos de la profesora utilizando las tecnologías aplicadas en el presente trabajo; información importante acerca del uso de Virtual Craft; experiencia de uso desde el punto de vista del profesor; experiencia de uso de los alumnos observada por el profesor; y opinión acerca de la propuesta presentada. La profesora que realizó las pruebas con Virtual Craft y que respondió la encuesta pertenece al Instituto “Institut Narcís Oller” en Valls (Tarragona). La encuesta realizada a la profesora y sus respuestas se encuentran en los Anexos 7 y 8 respectivamente.

El conocimiento de la profesora utilizando este tipo de tecnologías es amplio. Todas las tecnologías que se han utilizado en el presente proyecto han sido utilizadas por la profesora en niveles de educación secundaria (ESO y Bachillerato): la gamificación, los mundos virtuales, la realidad mixta y otras tecnologías como aplicaciones y recursos virtuales o no virtuales enfocados a la educación. Según la profesora, los alumnos reaccionan bien a cualquier tipo de estrategia de aprendizaje que sea diferente a la tradicional. Además, menciona que las propuestas de realidad mixta que ha probado son engorrosas al momento de la preparación, pero los resultados fueron buenos al cumplir con los objetivos de educación y formación que se desea conseguir en los alumnos.

La profesora ha realizado la evaluación de Virtual Craft con 25 estudiantes de 2º de ESO de la materia de Ciencias Sociales, para lo cual se conformaron en 5 equipos de 5 estudiantes cada uno. Se ha podido realizar esta evaluación durante el último trimestre, sin llegar a utilizar todas las funcionalidades de Virtual Craft. Es importante mencionar que la profesora

ha facilitado a los alumnos una fase introductoria acerca de la actividad a realizar y funcionamiento de la aplicación.

Los resultados que ha observado la profesora, es que los alumnos reaccionaron bastante bien al utilizar Virtual Craft, mejorando el comportamiento en clase al ser una actividad lúdica y una nueva forma de dar la clase. El sistema de puntos los anima a participar, trabajar y comportarse mejor en la clase. También menciona que la mayor parte de estudiantes, específicamente más de la mitad de la clase, estuvieron interesados en la aplicación y empezaron a mejorar en varios aspectos.

La experiencia que la profesora tuvo con Virtual Craft fue buena, aunque no se ha podido realizar la experiencia completa para sacar provecho a todas las funcionalidades de la propuesta de realidad mixta. Esta propuesta puede ser aplicada a cualquier materia o tema, ya que permite transformar las actividades cotidianas en algo lúdico. De igual manera se identificaron problemas que complicaron la evaluación con parte de los estudiantes, lo que ayudo a dar una solución a dichos problemas. Uno de los problemas o dificultades que surgió fue que no todos los estudiantes tenían un dispositivo móvil con Android. Por este motivo se decidió implementar el módulo de estudiantes en forma de aplicación web, además de la app Android inicial.

Finalmente, la opinión de la profesora sobre la propuesta presentada es buena, aunque propone algunos puntos que mejorar. Por ejemplo, qué hacer con los alumnos que no le encuentren la motivación en la aplicación, problemas de conectividad a internet o que no se tengan los equipos necesarios para el uso de las aplicaciones. De igual manera menciona que la propuesta se puede acabar convirtiendo en una nueva metodología de aprendizaje.

## **5.2. DATOS OBTENIDOS DE VIRTUAL CRAFT**

Aunque se obtuvieron una cantidad considerable de datos de empleo de Virtual Craft, es cuestionable la información que se puede extraer de ellos, ya que no se pudo validar el entorno completo. Es importante mencionar que estas pruebas se realizaron cuando Virtual Craft todavía estaba en proceso de desarrollo y faltaban algunas funcionalidades. La evaluación se ha hecho a partir de la información guardada en la base de datos. Para evaluaciones futuras también se pasarán encuestas a los alumnos para obtener información de lo que piensan ellos de la aplicación, empleando técnicas de análisis de usabilidad.

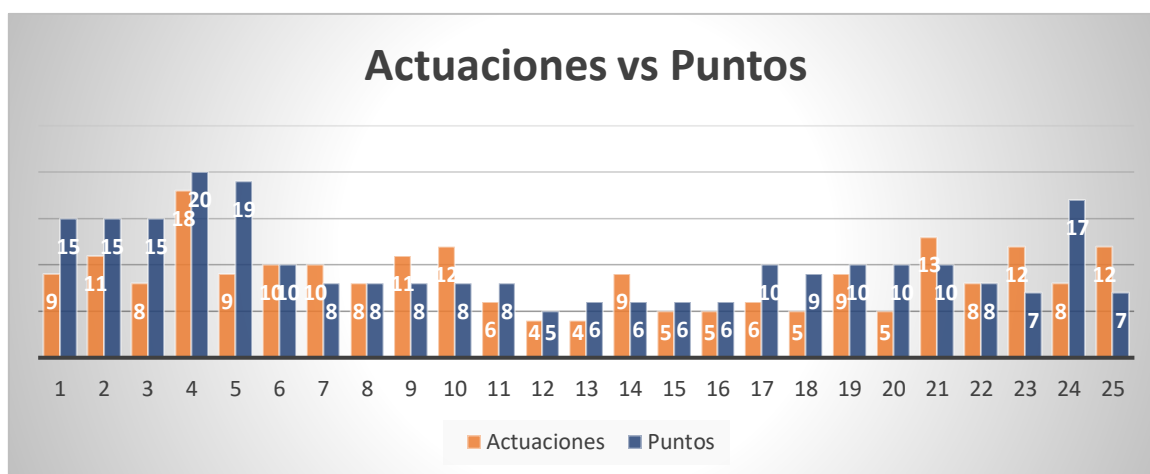
La evaluación se ha basado en las actuaciones (premios y castigos) realizadas por los estudiantes, los privilegios ganados y ejercidos, los trabajos asignados y el log de modificación de puntos. De esta manera se puede medir el uso de la aplicación de acuerdo con el número de registros que tiene cada alumno para cada uno de los componentes que tiene Virtual Craft (Tabla 10).

<b>Estudiante</b>	<b>Actuaciones</b>	<b>Premios</b>	<b>Castigos</b>	<b>Privilegios</b>	<b>Trabajos</b>	<b>Puntos</b>
1	9	7	2	0	1	15
2	11	11	0	0	1	15
3	8	7	1	0	1	15
4	18	17	1	1	1	20
5	9	8	1	0	1	19
6	10	5	5	0	1	10
7	10	8	2	0	1	8
8	8	7	1	0	1	8
9	11	10	1	0	1	8
10	12	8	4	0	1	8
11	6	5	1	0	1	8
12	4	3	1	0	1	5
13	4	4	0	0	1	6
14	9	8	1	0	1	6
15	5	5	0	0	1	6
16	5	5	0	0	1	6

17	6	6	0	0	1	10
18	5	5	0	0	1	9
19	9	9	0	0	1	10
20	5	5	0	0	1	10
21	13	13	0	2	1	10
22	8	8	0	0	1	8
23	12	11	1	0	1	7
24	8	7	1	2	1	17
25	12	10	2	0	1	7

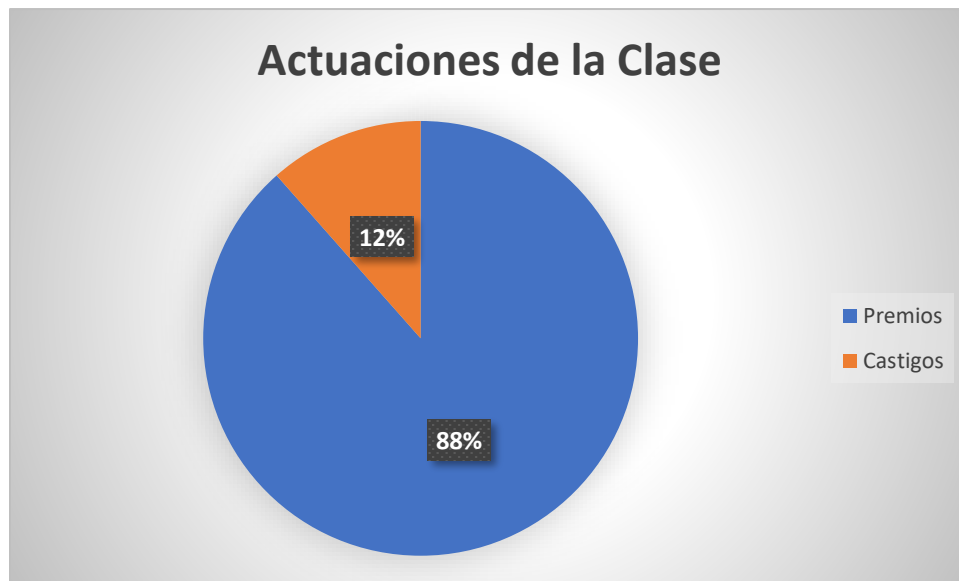
**Tabla 10. Número de registros por alumno de los componentes de Virtual Craft.**

Tras realizar un análisis inicial de la Tabla 10 se puede observar que no es posible medir la motivación que han tenido los estudiantes mediante los privilegios y los trabajos asignados. Apenas tres estudiantes han podido llegar a obtener los privilegios. Por otro lado todos los estudiantes tienen un único trabajo asignado. Por ello este análisis se realiza a partir de las actuaciones (premios y castigos) que se han aplicado a los estudiantes y la cantidad de veces que se ha realizado una modificación de puntos, que es un proceso ejecutado en el momento de aplicar una actuación a un estudiante.



**Figura 48. Gráfico del número de registros de cada alumno respecto a Actuaciones vs Puntos.**

En la Figura 48 se puede observar la cantidad de actuaciones aplicadas a cada estudiante de la clase y la cantidad de veces que los puntos de cada alumno han sido modificados. Al analizar el gráfico se puede confirmar lo que la profesora ha mencionado en la encuesta: la mayor parte de alumnos se interesó en el uso de la aplicación. Hay alumnos que tienen un mayor o menor uso, pero la mayor parte de alumnos se encuentra en un rango promedio.



**Figura 49. Gráfico de porcentaje de actuaciones (premios y castigos) del curso.**

De acuerdo con las actuaciones realizadas por los alumnos de la clase (Figura 49), se puede verificar claramente que los alumnos se sienten motivados con esta dinámica propuesta. El 88% de las actuaciones son premios, lo que quiere decir que los estudiantes se están esforzando por cumplir con sus trabajos, mejorar su comportamiento, etc. Al momento de utilizar las demás funcionalidades de Virtual Craft este porcentaje puede subir, ya que cuando comiencen a tener privilegios o cuando se den cuenta que mediante los trabajos que están realizando ganan puntos, los estudiantes van a hacer lo posible por ganar más puntos.

### **5.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En esta evaluación, tanto la encuesta realizada a la profesora como los datos obtenidos de la base de datos ayudaron a identificar problemas en la Virtual Craft y también a verificar funcionalidades que le estaban haciendo falta a la propuesta del presente trabajo. Entre los problemas identificados está el que no todos los estudiantes tenían un dispositivo con Android, lo que conllevó a desarrollar el módulo de estudiantes en la aplicación web.

Además se encontraron problemas de funcionalidad en trabajos y privilegios, que se fueron solucionando mientras se realizaban las pruebas.

Los resultados obtenidos en Virtual Craft han permitido realizar un análisis inicial, basado en las actuaciones que los estudiantes realizaron en la vida real, a los que la profesora asignó premios o castigos. El resultado fue que la mayor parte de actuaciones fueron premios, lo que quiere decir que los estudiantes se sintieron motivados en adquirir puntos. Probablemente los estudiantes se hubieran sentido más motivados de haber podido utilizar las demás funcionalidades de Virtual Craft: privilegios y trabajos. En especial al utilizar los privilegios, que les permiten realizar acciones que comúnmente no se pueden realizar en la clase. Este tipo de actividades les incentivará a los estudiantes a querer obtener más puntos.

En esta evaluación se observó un incremento en la motivación de muchos de los alumnos del curso, lo que se pudo comprobar en la experiencia que tuvo la profesora y en los datos obtenidos en la base de datos. Sin embargo, también hubo alumnos que no estuvieron interesados en la actividad. Mediante las nuevas funcionalidades de Virtual Craft y la adición de Virtual Touch, se espera que estos estudiantes se motiven, porque la actividad del mundo virtual sólo se puede llevar a cabo con todos los integrantes del equipo: entre ellos se van a animar para poder cumplir con su objetivo común.

Mediante mundos virtuales es posible mejorar el aprendizaje gracias al desarrollo de actividades que se pueden realizar en el mundo real. El simple hecho de hacerle sentir a un estudiante en un ambiente diferente le motiva a realizar actividades que no lo haría normalmente. Es importante tener bastante material para presentar en el mundo virtual y así no permitir que los estudiantes se aburran. En el presente trabajo se han desarrollado dos objetos para que los estudiantes puedan interactuar y realizar una actividad de construir una aldea. El siguiente paso es desarrollar actividades que les permitan ganar puntos en el mundo virtual.

El uso constante del entorno de realidad mixta propuesto es muy importante para lograr tener resultados en los estudiantes. Mientras más premios y trabajos se asignen, el estudiante aprenderá más y se motivará para continuar ganando puntos. La dinámica de puntos permite crear competitividad entre los estudiantes y que por su propia iniciativa busquen la manera de tener más puntos: por ejemplo, solicitando un trabajo al profesor.



## 6. CONCLUSIONES

---

El objetivo del presente trabajo fue plantear una alternativa que permitiera perfeccionar la enseñanza y el aprendizaje mediante una técnica de realidad mixta. Para ello se ha ido describiendo el proceso de desarrollo de un entorno de realidad mixta en la educación.

Inicialmente, en el estado del arte se realizó un análisis de las herramientas y técnicas utilizadas en la realidad mixta. Este análisis fue fructífero porque a partir de sus resultados, se optó por utilizar las técnicas, herramientas y metodologías que más convenían para crear un entorno de realidad mixta interactivo y divertido para los estudiantes; y que a su vez fuera fácil de implementar y utilizar para el profesor.

La propuesta de realidad mixta ha presentado buenos resultados en cuanto a motivación de una buena parte de los estudiantes. En evaluaciones más exhaustivas que se realizarán a futuro, se espera que los estudiantes que no se interesaron en esta prueba piloto inicial, se interesen con las nuevas funcionalidades agregadas y mediante el uso del mundo virtual.

La dinámica de gamificación para la transformación de una clase tradicional en una clase con actividades de aprendizaje lúdicas fue importante en la creación del entorno de realidad mixta. La dinámica de gamificación junto con las técnicas para crear un entorno de realidad mixta pueden llegar a mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

Según la observación de la profesora, los estudiantes se interesan más en la clase utilizando técnicas de aprendizaje diferentes a las tradicionales. También, según las recomendaciones y opiniones de la profesora, se pudieron solucionar problemas de funcionalidad y agregar más funcionalidades que ayudarán a mejorar este entorno propuesto.

Estas nuevas formas de aprendizaje en la educación se pueden convertir en las nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje. Para ello es necesario incentivar la investigación de estas nuevas tecnologías y el desarrollo e implementación de las mismas.

# 7. TRABAJO FUTURO

---

Por la limitación de tiempo que ha habido en la evaluación de esta propuesta, se sugiere realizar un proceso de evaluación completo con alumnos de secundaria, para poder obtener resultados acerca de la motivación que pueden llegar a tener los estudiantes al utilizar el sistema propuesto.

Mediante el desarrollo de esta propuesta también surgieron ideas que se pueden ir implementando en un futuro, de acuerdo con los resultados que se obtengan al evaluar las aplicaciones:

- Se sugiere mejorar el área de trabajos de los estudiantes, dando la opción de contestar cuestionarios, resolver un crucigrama, etc. O también crear actividades que puedan realizar en el mundo virtual y puedan servir para ganar puntos en el mundo real.
- En cuanto a motivación, se pueden crear espacios de juego para los estudiantes en el mundo virtual, por ejemplo, un tic tac toe. Los estudiantes que ejerzan algún privilegio o tengan algún nivel en especial pueden tener acceso a estos espacios de juego.
- Sería conveniente desarrollar más objetos en el mundo virtual. De esta manera los profesores tendrán mucho más material que presentar a los estudiantes en la clase. Además, se pueden crear objetos en los que se pueda realizar actividades colaborativas entre los miembros de un equipo.
- Como esta aplicación se desarrollo pensado en escalabilidad, se puede dar el paso para transformarlo en un sistema adaptable a cada estudiante: por ejemplo, la asignación de personajes se puede realizar de acuerdo con la personalidad del estudiante. También la realización de trabajos se podría adaptar a los estilos de aprendizaje de cada estudiante.

Como se puede observar, existe mucho trabajo futuro partiendo de esta propuesta y como ya se ha mencionado, el sistema ha sido desarrollado con visión de crecimiento. Se motiva a continuar investigando en esta área de investigación que tiene mucho que ofrecer en el área de la educación.

## 8. GLOSARIO DE TÉRMINOS

---

**Virtual Craft:** Aplicación Web desarrollada para interactuar e interpretar las acciones realizadas en el mundo real.

**Virtual Touch:** Mundo virtual desarrollado para interactuar de manera digital entre estudiantes y profesores.

**Medieval:** se refiere a todo lo relacionado con la Edad Media, a veces refiriéndose a lo relacionado con el arte medieval y sus distintas expresiones.

**Avatar:** es la representación 3D de una persona en un mundo virtual, al cual se le asocia un usuario.

**Objeto:** es una representación de cualquier elemento del mundo real en el mundo virtual. Algunos de ellos pueden ser: figuras geométricas, ropa, texturas, casas, flores, etc.

**Textura:** es un dibujo o imagen utilizada para aplicarle como fondo a un objeto.

**Inventario:** es un conjunto de objetos que pertenece a un avatar en el mundo virtual.

**Script:** es el conjunto de instrucciones y ordenes basadas en el lenguaje de programación LSL.

**Middleware:** es un software que permite interactuar o comunicarse entre varias aplicaciones.

**OpenSim:** servidor 3D de código abierto que permite crear ambientes o mundos virtuales, a los que se puede acceder mediante visores y está basado en Second Life.

**LSL:** es el lenguaje de programación de OpenSim mediante el cual se pueden dar instrucciones a los objetos del mundo virtual.

**HTTP:** es el protocolo de comunicación que permite la transferencia de información en aplicaciones web.

**PHP:** es un lenguaje de programación de código abierto muy popular adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

**Angular JS:** es un framework de javascript de código abierto, mantenido por google, que se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página.

**Bootstrap:** es una biblioteca multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web basadas en html, css y javascript.

## 9. REFERENCIAS

---

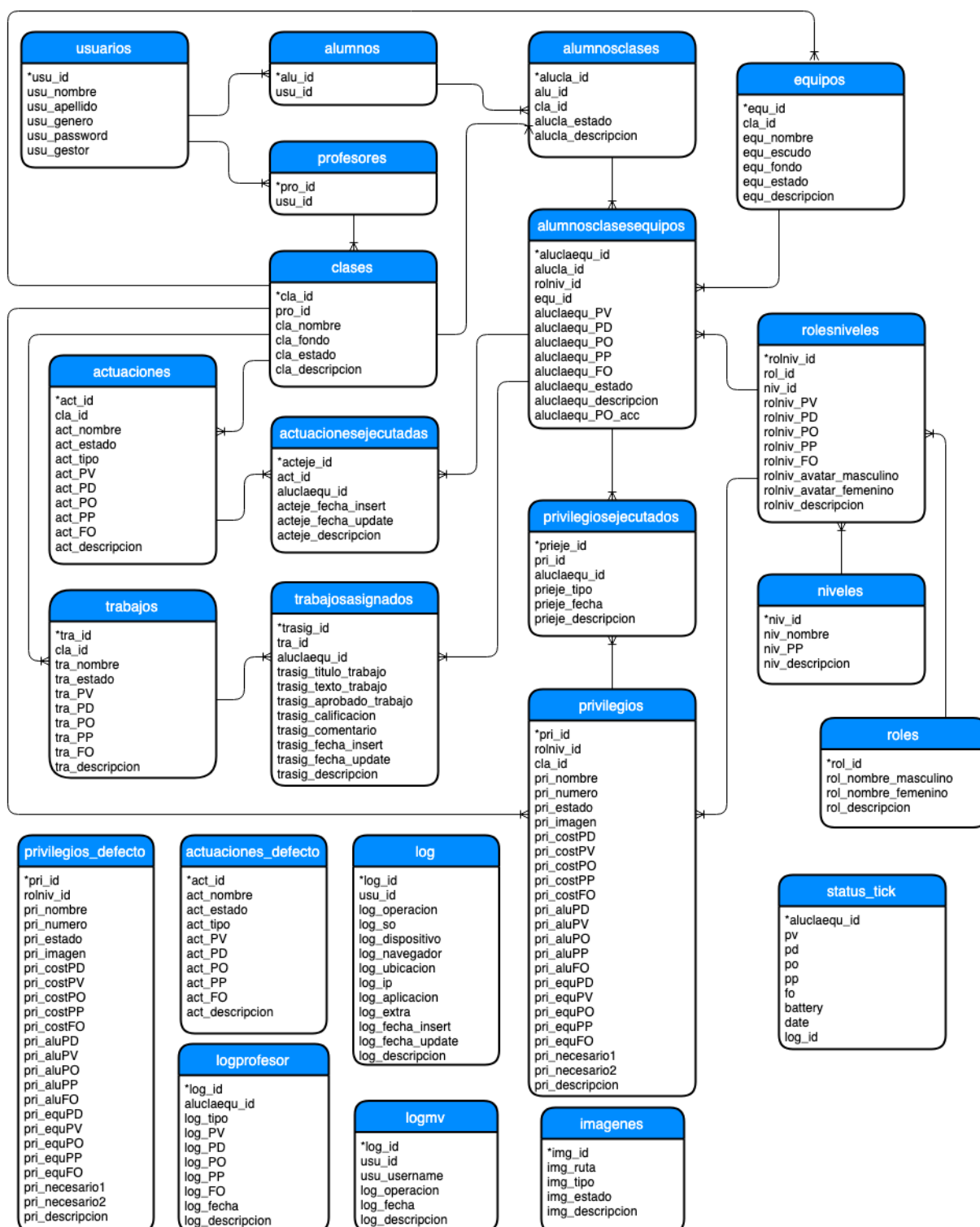
- [1] S. Abramovich, C. Schunn, and R. M. Higashi, "Are badges useful in education?: it depends upon the type of badge and expertise of learner," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 61, no. 2, pp. 217–232, Apr. 2013.
- [2] S. Kim, K. Song, B. Lockee, and J. Burton, *Gamification in Learning and Education*. Cham: Springer International Publishing, 2018.
- [3] A. Fiore, L. Mainetti, and R. Vergallo, "An Innovative Educational Format Based on a Mixed Reality Environment: A Case Study and Benefit Evaluation BT - E-Learning, E-Education, and Online Training," 2014, pp. 93–100.
- [4] R. van Roy and B. Zaman, "Need-supporting gamification in education: An assessment of motivational effects over time," *Comput. Educ.*, vol. 127, pp. 283–297, Dec. 2018.
- [5] S. Gregory, S. Scutter, L. Jacka, M. McDonald, H. Farley, and C. Newman, "Barriers and enablers to the use of virtual worlds in higher education: An exploration of educator perceptions, attitudes and experiences," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 1, pp. 3–12, 2015.
- [6] J. Mateu, M. J. Lasala, and X. Alamán, "Developing Mixed Reality Educational Applications: The Virtual Touch Toolkit.," *Sensors (Basel)*, vol. 15, no. 9, pp. 21760–84, Aug. 2015.
- [7] Y. H. Cho and K. Y. T. Lim, "Effectiveness of collaborative learning with 3D virtual worlds," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 48, no. 1, pp. 202–211, Jan. 2017.
- [8] M. J. Callaghan, K. McCusker, J. L. Losada, J. Harkin, and S. Wilson, "Using Game-Based Learning in Virtual Worlds to Teach Electronic and Electrical Engineering," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 9, no. 1, pp. 575–584, Feb. 2013.
- [9] M. Xenos, V. Maratou, I. Ntokas, C. Mettouris, and G. A. Papadopoulos, "Game-based learning using a 3D virtual world in computer engineering education," in *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2017, pp. 1078–1083.
- [10] M. J. Lasala, X. Alamán, and M. Gea, "A Proposal for Using Virtual Worlds for the Integration," 2016, pp. 430–436.
- [11] I. Duncan, A. Miller, and S. Jiang, "A taxonomy of virtual worlds usage in education," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 43, no. 6, pp. 949–964, Nov. 2012.
- [12] F. Willicks, V. Stehling, A. Richert, and I. Isenhardt, "The students' perspective on mixed reality in higher education: A status and requirement analysis," in *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018, pp. 656–660.
- [13] C. E. Hughes, C. B. Stapleton, D. E. Hughes, and E. M. Smith, "Mixed Reality in Education, Entertainment, and Training," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 25, no. 6, pp. 24–30, Nov. 2005.
- [14] S. Y. Liaw, G. A. C. Carpio, Y. Lau, S. C. Tan, W. S. Lim, and P. S. Goh, "Multiuser virtual worlds in healthcare education: A systematic review," *Nurse Educ. Today*, vol. 65, pp. 136–149, Jun. 2018.
- [15] J. Birt, E. Moore, and M. Cowling, "Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation," *Australas. J. Educ. Technol.*, vol. 33, no. 6, Nov. 2017.
- [16] E. Sanchez, S. Young, and C. Jouneau-Sion, "Classcraft: from gamification to ludicization of classroom management," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 22, no. 2, pp. 497–

- 513, Mar. 2017.
- [17] J. L. Eguia *et al.*, *Experiencias de gamificación en aulas*. Universitat Autònoma de Barcelona. Institut de la Comunicació, 2017.
  - [18] B. L. Lago, “DEL STORYTELLING AL STORYLEARNING. COMO MOTIVAR A LOS ALUMNOS DE GUIÓN Y DISEÑO MULTIMEDIA,” in *Experiencias de gamificación en aulas*, Universitat Autònoma de Barcelona, 2017, p. 33.
  - [19] G. Zichermann and C. Cunningham, *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. “O’Reilly Media, Inc.,” 2011.
  - [20] K. M. Kapp, *The gamification of learning and instruction*. Wiley San Francisco, 2012.
  - [21] D. Craven, “Gamification in Virtual Worlds for Learning: A Case Study of PIERSiM for Business Education,” in *Gamification in Education and Business*, Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 385–401.
  - [22] C. S. G. Gonzalez and A. M. Carreno, “Methodological proposal for gamification in the computer engineering teaching,” in *2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2014, pp. 29–34.
  - [23] M. Rico, G. Martínez-Muñoz, X. Alaman, D. Camacho, and E. Pulido, “A Programming Experience of High School Students in a Virtual World Platform,” *Int. J. Eng. Educ.*, vol. 27, p. 52, 2011.
  - [24] C. P. Antonio, J. P. C. De Lima, J. Bosco da Mota Alves, R. Marcelino, J. Bento da Silva, and J. P. S. Simao, “A remote experimentation and 3D virtual world for basic education,” in *2015 3rd Experiment International Conference (exp.at’15)*, 2015, pp. 157–158.
  - [25] C. Girvan and T. Savage, “Identifying an appropriate pedagogy for virtual worlds: A Communal Constructivism case study,” *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 1, pp. 342–349, Aug. 2010.
  - [26] K. L. Guthrie, K. Phelps, and S. Downey, “Virtual worlds: A developmental tool for leadership education,” *J. Leadersh. Stud.*, vol. 5, no. 2, pp. 6–13, 2011.
  - [27] D. Serra, “Talleres de creatividad en islas virtuales: espacios participativos en línea/Creativity workshops in virtual islands: participatory online spaces,” *Arte, Individuo y Soc.*, vol. 25, no. 2, pp. 179–188, 2013.
  - [28] N. Pellas, “The influence of computer self-efficacy, metacognitive self-regulation and self-esteem on student engagement in online learning programs: Evidence from the virtual world of Second Life,” *Comput. Human Behav.*, vol. 35, pp. 157–170, Jun. 2014.
  - [29] F. Grivokostopoulou, I. Perikos, K. Konstantinos, and I. Hatzilygeroudis, “Teaching Renewable Energy Sources Using 3D Virtual World Technology,” in *2015 IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2015, pp. 472–474.
  - [30] A. Creelman, A. Petrakou, and D. Richardson, “Teaching and learning in Second Life-experience from the Kamimo project,” in *Online Information 2008 conference, London, UK, December 2-4, 2008*, 2008, pp. 85–89.
  - [31] N. Pellas, “The development of a virtual learning platform for teaching concurrent programming languages in the Secondary Education: The use of Open Sim and Scratch4OS,” *J. e-Learning Knowl. Soc.*, vol. 10, no. 1, 2014.
  - [32] M. B. Ligorio and K. Van Veen, “Constructing a successful cross-national virtual learning environment in primary and secondary education,” *AACE J.*, vol. 14, no. 2, pp. 103–128, 2006.
  - [33] F. Bailey and M. Moar, “The Vertex project: exploring the creative use of shared 3D virtual worlds in the primary (K-12) classroom,” in *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques: ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications*, 2002, vol. 21, no. 26, pp. 52–54.

- [34] S. Caylor, M. Aebersold, J. Lapham, and E. Carlson, "The use of virtual simulation and a modified teamSTEPPS™ training for multiprofessional education," *Clin. Simul. Nurs.*, vol. 11, no. 3, pp. 163–171, 2015.
- [35] P. H. Pucher, N. Batrick, D. Taylor, M. Chaudery, D. Cohen, and A. Darzi, "Virtual-world hospital simulation for real-world disaster response: design and validation of a virtual reality simulator for mass casualty incident management," *J. Trauma Acute Care Surg.*, vol. 77, no. 2, pp. 315–321, 2014.
- [36] J. Tiffany and B. A. Hoglund, "Teaching/learning in Second Life: Perspectives of future nurse-educators," *Clin. Simul. Nurs.*, vol. 10, no. 1, pp. e19--e24, 2014.
- [37] D. Tschannen, M. Aebersold, E. McLaughlin, J. Bowen, and J. Fairchild, "Use of virtual simulations for improving knowledge transfer among baccalaureate nursing students," *J. Nurs. Educ. Pract.*, vol. 2, no. 3, p. 15, 2012.
- [38] J. Wiecha, R. Heyden, E. Sternthal, and M. Merialdi, "Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education," *J. Med. Internet Res.*, vol. 12, no. 1, p. e1, 2010.
- [39] M. Coban, T. Karakus, A. Karaman, F. Gunay, and Y. Goktas, "Technical problems experienced in the transformation of virtual worlds into an education environment and coping strategies," *J. Educ. Technol. Soc.*, vol. 18, no. 1, pp. 37–49, 2015.
- [40] S. Harper, A. Sivanathan, T. Lim, S. McGibbon, and J. Ritchie, "Development of a Mixed Reality Game for Simulation Based Education," in *European Conference on Games Based Learning*, 2018, pp. 212-220,XVII.
- [41] G. Guerrero, A. Ayala, J. Mateu, L. Casades, and X. Alamán, "Integrating Virtual Worlds with Tangible User Interfaces for Teaching Mathematics: A Pilot Study.," *Sensors (Basel)*, vol. 16, no. 11, Oct. 2016.
- [42] R. Barrett *et al.*, "Social and Tactile Mixed Reality Increases Student Engagement in Undergraduate Lab Activities," *J. Chem. Educ.*, vol. 95, no. 10, pp. 1755–1762, Oct. 2018.
- [43] M. Gardner, J. Scott, and B. Horan, "Reflections on the use of Project Wonderland as a mixed-reality environment for teaching and learning," *Reli. Res. Learn. Virtual Environ.*, pp. 130–141, 2008.
- [44] J. Mateu and X. Alamán, "CUBICA: An Example of Mixed Reality," *J. Univers. Comput. Sci.*, 2013.
- [45] J. Mateu, M. J. Lasala, and X. Alamán, "Tangible interfaces and virtual worlds: A new environment for inclusive education," in *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Context-Awareness and Context-Driven Interaction*, Springer, 2013, pp. 119–126.
- [46] J. Mateu, M. J. L. Bello, and X. Alamán, "Virtual Touch Book: A Mixed-Reality Book for Inclusive Education," in *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence*, 2014, pp. 124–127.
- [47] M. Gardner, J. Scott, and B. Horan, "Reflections on the use of Project Wonderland as a mixed-reality environment for teaching and learning Introduction-the rationale for using virtual learning environments."
- [48] J. García, "Trabajo Fin de Grado: 'Un sistema de gamificación para la educación secundaria,'" Universidad Autónoma de Madrid, 2019.

# 10. ANEXOS

## 10.1. ANEXO 1: DIAGRAMA ENTIDAD-RELACIÓN DE LA BASE DE DATOS PRINCIPAL





## 10.2. ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE PHP's DESARROLLADOS

En la siguiente tabla se da una breve explicación de la funcionalidad de PHP's creados, junto con los parámetros de entrada y la respuesta generada.

Nombre del Archivo	Explicación
asignarAlumnoCurso.php	Permite asignar a un alumno a una clase. Recibe como entrada el código de la clase y el código del alumno como parámetros, y devuelve un booleano.
asignarAlumnoEquipo.php	Permite asignar a un alumno a un equipo. Recibe como entrada el código del equipo y el código del alumno en la clase. Recibe como respuesta un booleano.
asignarRolNivelAlumno.php	Asigna o actualiza el rol y nivel del alumno. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código del nivel y rol asignado. Devuelve como respuesta un booleano.
asignarTrabajoAlumno.php	Asigna un trabajo creado con anterioridad al alumno. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código del trabajo asignado. Devuelve como respuesta un booleano.
asignarTrabajoClase.php	Asigna un trabajo creado con anterioridad a la clase. Recibe como entrada el código de la clase y el código del trabajo asignado. Devuelve como respuesta un booleano.
asignarTrabajoEquipo.php	Asigna un trabajo creado con anterioridad al equipo. Recibe como entrada el código del equipo y el código

	del trabajo asignado. Devuelve como respuesta un booleano.
asignarTrabajosAlumnos.php	Permite obtener los trabajos asignados a los alumnos de una clase. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código de la clase. Devuelve un JSON con información de los trabajos asignados como el tema y descripción del trabajo, además tres campos que corresponden al alumno, equipo y clase que contienen un booleano para activar los botones de asignación de trabajos.
castigarAlumno.php	Permite castigar a un alumno. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código de la actuación con sus puntos respectivos para la actualización de los mismos. Devuelve como respuesta un booleano. Este PHP depende de main.php.
comprarPrivilegio.php	Ejerce un privilegio. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código del privilegio a ejercer con sus puntos respectivos para la actualización de los mismos. Devuelve como respuesta un booleano. Este PHP depende de main.php ya que utiliza varias funciones del archivo.
createNuevaActuacion.php	Crea una nueva actuación, la cual puede ser un premio o castigo. Recibe como entrada el nombre, la descripción y el tipo de actuación(premio o castigo), y los puntos que afectaran a los puntos del alumno. Devuelve como respuesta un booleano.

createNuevoCurso.php	Crea una nueva clase con sus respectivas actuaciones y privilegios por defecto. Recibe como entrada el nombre, la descripción de la clase. Devuelve como respuesta un booleano.
createNuevoEquipo.php	Crea un nuevo equipo. Recibe como entrada el nombre, la descripción del equipo. Devuelve como respuesta un booleano.
createNuevoTrabajo.php	Crea un nuevo trabajo. Recibe como entrada el nombre y la descripción del trabajo, y los puntos que afectarán a los puntos del alumno al aprobar el trabajo. Devuelve como respuesta un booleano.
db_config.php	Permite la conexión con la base de datos. Todos los PHP dependen de este archivo.
editAlumno.php	Actualiza los datos del usuario alumno. Recibe como entrada como parámetros los datos a actualizar como pueden ser el nombre, el apellido, el genero o la contraseña. Devuelve como respuesta un booleano.
editProfesor.php	Actualiza los datos del usuario profesor. Recibe como entrada los datos a actualizar como pueden ser el nombre, el apellido, el genero o la contraseña. Devuelve como respuesta un booleano.
functions.php	Contiene funciones que son necesarias para la aplicación.
ganarPrivilegio.php	Permite ganar un privilegio al alumno. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código del privilegio a ganar con sus puntos respectivos para la actualización de los mismos. Devuelve como

	respuesta un booleano. Este PHP depende de main.php ya que utiliza varias funciones del archivo.
getActuacionesCurso.php	Obtiene las actuaciones de una clase de acuerdo con el tipo de actuación que se solicite (premio o castigo). Recibe como entrada el tipo de actuación y la clase.
getAlumnoAleatorio.php	Obtiene un alumno aleatorio de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getAlumnoMV_01.php	Obtiene toda la información de un alumno (nombre, apellido, rol, nivel y puntos) que será utilizada en el mundo virtual. Recibe como entrada el nombre y apellido del alumno ya que en el mundo virtual es la única información que se tiene del usuario.
getAlumnos.php	Obtiene toda la información de los usuarios que son alumnos. No recibe nada como entrada.
getAlumnosCurso.php	Obtiene los datos de los alumnos que están asignados a un curso. Recibe como entrada el código de la clase.
getAlumnosCursoEquipo.php	Obtiene los datos (nombre, apellido, genero, equipo, puntos, nivel y rol) de los alumnos de una clase asignados a un equipo. Recibe como entrada el código de la clase.
getAlumnosCursoPorEquipo.php	Obtiene los datos (nombre, apellido, genero, equipo, puntos, nivel y rol) de los alumnos asignados a un equipo y clase. Recibe como entrada el código de la clase y el código del equipo.
getAlumnosEquipo.php	Obtiene los alumnos asignados a un equipo en específico. Recibe como entrada el código de la clase y equipo.

getAlumnosSinCurso.php	Obtiene los alumnos que no están asignados a la clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getAlumnosSinEquipo.php	Obtiene los alumnos que no están asignados a un equipo de la clase. Recibe como entrada el código de la clase y equipo.
getAvatarAlumnosEquipo.php	Obtiene las rutas de las imágenes de los avatares de un equipo. Recibe como entrada el código de la clase y equipo.
getCastigosCurso.php	Obtiene la lista de castigos creados para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getCastigosLogCurso.php	Obtiene los castigos ejecutados sobre los alumnos de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getCursosAlumno.php	Obtiene los cursos a los cuales esta asignado un alumno. Recibe como entrada el código del alumno.
getCursosProfesor.php	Obtiene los cursos creados por el profesor. Recibe como entrada el código del profesor.
getDataMV.php	Permite obtener información de un alumno desde el mundo virtual. Según la acción solicitada desde el mundo virtual este PHP lo realiza. Este archivo depende de main.php en el cual se encuentran las funciones que se requiere. Recibe como entrada el nombre y apellido del usuario, y el tipo de acción a ejecutar.
getEquipoAleatorio.php	Obtiene un equipo aleatorio de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getEquiposCurso.php	Obtiene los equipos creados para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.

getImagenes.php	Obtiene las rutas de imágenes utilizadas en la aplicación de acuerdo con el tipo. Por ejemplo imágenes de los escudos, fondos o privilegios. Recibe como entrada el tipo de imágenes que se requiere.
getInfoAlumno.php	Obtiene los datos (nombre, apellido, genero, equipo, puntos, nivel y rol) de un alumno para mostrarlos en el menú principal de la aplicación del alumno. Recibe como entrada el código del alumno y de la clase.
getLogProfesorCurso.php	Obtiene el log del profesor, el cual contiene las modificaciones de puntos realizadas por el profesor o por la aplicación.
getNiveles.php	Obtiene la lista de niveles para que el profesor pueda asignar a un alumno. No se recibe nada como entrada.
getPremiosCurso.php	Obtiene la lista de premios creados para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getPremiosLogCurso.php	Obtiene los premios ejecutados sobre los alumnos de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getPrivilegiosAbadCurso.php	Obtiene la lista de privilegios del rol Abad/Abadesa para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getPrivilegiosAlumnoClase.php	Obtiene la lista de privilegios de un alumno. Permite verificar mediante un booleano si el privilegio puede ser ganado y ejercido. Recibe como entrada el código del alumno, el rol y la clase.

getPrivilegiosCaballeroCurso.php	Obtiene la lista de privilegios del rol Caballero/Amazona para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getPrivilegiosCondeCurso.php	Obtiene la lista de privilegios del rol Conde/Condesa para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getPrivilegiosLogCurso.php	Obtiene los privilegios ganados o ejercidos por los alumnos de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
getProfesores.php	Obtiene toda la información de los usuarios que son profesores. No recibe nada como entrada.
getRoles.php	Obtiene la lista de roles para que el profesor pueda asignar a un alumno. No recibe nada como entrada.
getTrabajosAsignadosAlumno.php	Obtiene todos los trabajos asignados a un alumno de una clase. Recibe como entrada el código del alumno asignado a una clase y equipo.
getTrabajosAsignadosAlumnos.php	Obtiene los trabajos asignados a los alumnos de una clase, estos pueden ser los aprobados o no aprobados. Recibe como entrada el código de la clase y si un booleano para obtener los aprobados o no aprobados.
getTrabajosCurso.php	Obtiene la lista de trabajos que se puede asignar a un alumno, al equipo o a la clase del alumno. Permite verificar mediante booleanos si ya a sido a signado el trabajo al alumno, a su equipo o a su clase. Recibe como entrada el código de la clase, del equipo y del alumno.
getTrabajosCursoPrincipal.php	Obtiene la lista de trabajos creados para una clase. Recibe como entrada el código de la clase.

getTrabajosLogCurso.php	Obtiene una lista de todos los trabajos asignados a los alumnos de una clase. Recibe como entrada el código de la clase.
login.php	Permite validar el inicio de sesión de un usuario. Verifica si los datos proporcionados son correctos y el tipo de usuario para dirigirle a la aplicación correcta. Recibe como entrada el nombre, apellido y contraseña del usuario para su validación.
logout.php	Permite cerrar sesión y borra todas las cookies de la aplicación. No recibe nada como entrada.
main.php	Es el archivo considerado como el middleware, este archivo contiene todas las funciones mas importantes de la aplicación y a partir de estas funciones se realizan los procesos mencionados en el apartado de diseño. Varios de los archivos PHP dependen de este archivo.
newAlumno.php	Permite la creación de un nuevo alumno en la base de datos. Se envía como parámetros los datos necesarios para crear un usuario (nombre, apellido, genero y contraseña).
newProfesor.php	Permite la creación de un nuevo profesor en la base de datos. Recibe como entrada los datos necesarios para crear un usuario (nombre, apellido, genero y contraseña).
premiarAlumno.php	Permite premiar a un alumno. Recibe como entrada el código del alumno con una clase y equipo asignado posteriormente, y el código de la actuación con sus puntos respectivos para la actualización de los



	<p>mismos. Recibe como respuesta un booleano. Este PHP depende de main.php.</p>
quitarAlumnoCurso.php	<p>Permite quitar a un alumno de una clase. Recibe como entrada el código de la clase y el código del alumno como parámetros, y devuelve un booleano.</p>
quitarAlumnoEquipo.php	<p>Permite quitar a un alumno de un equipo. Recibe como entrada el código del equipo y el código del alumno en la clase. Recibe como respuesta un booleano.</p>
setDataMV.php	<p>Permite modificar información de un alumno desde el mundo virtual. Según la acción solicitada desde el mundo virtual este PHP lo realiza. Este archivo depende de main.php en el cual se encuentran las funciones que se requiere. Recibe como entrada el nombre y apellido del usuario, y el tipo de acción a ejecutar.</p>
updateActuaciones.php	<p>Modifica los datos de una actuación, la cual puede ser un premio o castigo. Recibe como entrada el código, el nombre, la descripción y el tipo de actuación(premio o castigo), y los puntos que afectaran a los puntos del alumno. Devuelve como respuesta un booleano.</p>
updateAprobarTrabajo.php	<p>Permite aprobar un trabajo de un estudiante. Esta función depende de main.php ya que se utiliza dos funciones: una para modificar los puntos por la aprobación del trabajo y otra para modificar el registro asignando una calificación y un comentario. Recibe como entrada los puntos a modificar, la calificación y el comentario. Devuelve un booleano como respuesta.</p>

updateCurso.php	Modifica los datos de una clase. Recibe como entrada como parámetros el código, el nombre y la descripción de la clase. Devuelve como respuesta un booleano.
updateEquipo.php	Modifica los datos de un equipo. Se envía como parámetros el código, el nombre y la descripción del equipo. Devuelve como respuesta un booleano.
updateEscudoEquipo.php	Modifica la ruta de la imagen que representa el escudo de un equipo. Recibe como entrada el código del equipo y la ruta de la imagen. Devuelve como respuesta un booleano.
updateEstadoActuacion.php	Modifica el estado de una actuación (activa o inactiva) ya que al asignar una actuación solo se muestran las actuaciones activas. Recibe como entrada el código y estado de la actuación. Devuelve como respuesta un booleano.
updateEstadoTrabajo.php	Modifica el estado de un trabajo (activo o inactivo) ya que al asignar un trabajo solo se muestran los trabajos activos. Recibe como entrada el código y estado del trabajo. Devuelve como respuesta un booleano.
updateFondoClase.php	Modifica la ruta de la imagen que representa el icono de una clase. Recibe como entrada el código de la clase y la ruta de la imagen. Devuelve como respuesta un booleano.
updateFondoEquipo.php	Modifica la ruta de la imagen del fondo del equipo que representa el fondo de la aplicación del alumno. Recibe como entrada el código del equipo y la ruta de la imagen. Devuelve como respuesta un booleano.

updateGuardarTrabajo.php	Envía el trabajo asignado a un alumno. Actualiza los campos titulo y texto del trabajo asignado. Recibe como entrada el código del trabajo asignado, el titulo y el texto del trabajo. Devuelve como respuesta un booleano.
updatePrivilegios.php	Modifica los datos de un privilegio. Recibe como entrada el código del privilegio, el código de la clase la descripción y los puntos que afectarán a los puntos del alumno. Devuelve como respuesta un booleano.
updatePuntosAlumno.php	Modifica los puntos del alumno y la función main.php que utiliza este archivo se utiliza en varios procesos que involucre actualización de puntos. Actualiza los puntos y nivel del alumno si cumple con las condiciones, además puede también modificar los puntos del equipo se el alumno cae en la mazmorra. Este proceso se describe en la Figura 9. Devuelve como respuesta un booleano.
updatePuntosEquipo.php	Realiza el mismo proceso que al modificar los puntos de un alumno. Pero se agrega un bucle para actualizar los puntos de cada alumno del equipo.
updateTrabajo.php	Modifica los datos de un trabajo. Recibe como entrada el código, el nombre, la descripción y los puntos que afectarán a los puntos del alumno. Devuelve como respuesta un booleano.

## 10.3. ANEXO 3: CÓDIGO LSL DEL OBJETO TOTEM

```
1. //*****
2. //*****VARIABLES MODIFICABLES POR EL PROFESOR*****
3. //*****
4.
5. string server = "http://150.244.58.27/srv/"; // Direccion del
   servidor
6.
7. // Estas variables son para que el propietario de la isla y
8. // el profesor pueda colocar objetos en las áreas de los
9. // equipos y no muestren mensajes. (Por validar)
10. string ownerIsland = "Santiago Jara"; // Propietario de la
    isla
11. string teacherName = "Santiago Jara"; // Nombre del profesor
12.
13. // Modificar textos si es necesario o cambiar al idioma
    deseado.
14. string textUnObjetoDe = "Un objeto de ";
15. string textEstaInvadiendoTuTerritorio = " esta invadiendo tu
    territorio.";
16. string textMensajeAlInvasor = "Un objeto tuyo esta invadiendo
    territorio del equipo.";
17.
18. // Distancia del equipo y cada que tiempo va a verificar.
19. float timeSensor = 30.0; // En segundos
20. float distanceSensor = 50.0; // En metros
21.
22. //*****
23. //*****NO MODIFICAR*****
24. //*****
25. key http_request_totem;
26. key http_request_object;
27. string totemTeam = "";
28. string totemOwner = "";
29.
30. string nameObject;
31. key ownerObject;
32. key ownerObjectQuery;
33. string nameOwnerObject;
34. key ownerObjectGlobal;
35.
36. // Datos del propietario del objeto que esta invadiendo
    territorio
37. string studentTeam = "";
38.
39. integer countOwner = 0;
40. integer countList;
41.
42. list ownerKeyList = [];
43. list nameObjectList = [];
44.
45. default
46. {
47.     state entry()
48.     {
49.         totemOwner = llKey2Name(llGetOwner());
50.         http_request_totem = llHTTPRequest( server +
51.         "getDataMV.php?type=1&user="+totemOwner, [], "");
52.         llSensor("", "", OBJECT_GROUP, distanceSensor, PI);
```

```

53.         llSensorRepeat("", "", OBJECT_GROUP,
distanceSensor, PI, timeSensor);
54.     }
55.     sensor(integer num_detected)
56.     {
57.         integer objectNum;
58.         list ownerList;
59.         ownerKeyList = [];
60.         nameObjectList = [];
61.
62.         for (objectNum=0; objectNum<num_detected;
objectNum++)
63.         {
64.             nameObject = llDetectedName(objectNum);
65.             ownerObject = llDetectedOwner(objectNum);
66.
67.             if(ownerObject != llGetOwner() && ownerObject !=
ownerIsland && ownerObject != teacherName){
68.                 ownerList += ownerObject;
69.                 ownerKeyList += ownerObject;
70.                 nameObjectList += nameObject;
71.             }
72.         }
73.         countList = llGetListLength(ownerList) - 1;
74.         ownerObjectQuery = llRequestAgentData(
llList2String(ownerList,
countOwner), DATA_NAME);
75.         dataserver(key queryid, string data)
76.         {
77.             if (ownerObjectQuery == queryid)
78.             {
79.                 nameOwnerObject = data;
80.                 http_request_object = llHTTPRequest(server +
"getDataMV.php?type=1&user=" + nameOwnerObject, [
81. ], "");
82.                 if(countOwner < countList)
83.                 {
84.                     llSensor("", "", OBJECT_GROUP,
distanceSensor, PI);
85.                     countOwner = countOwner + 1;
86.                 } else if (countOwner == countList){
87.                     countOwner = 0;
88.                 }
89.             }
90.         }
91.         http response(key request_id, integer status, list metada
ta, string body)
92.         {
93.             // En body se obtiene lo que nos envía el servidor,
en este caso un JSON.
94.             // Elimina "[", ",", ":", "\", "\"", ":" del JSON
95.             list items = llParseString2List(body, [{"(", ",", ":",
"\", "\"", ":"}], []);
96.             integer i = 0;
97.             integer j = llGetListLength(items);
98.             // Recorre toda la lista obtenida.
99.             if (request_id == http_request_object) {
100.                 for(; i < j; ++i)
101.                 {
102.

```

```

104.          // Si encuentra la clave del JSON con el
          nombre colocado(aluclaequ_PV)
105.          // Obtiene el siguiente registro de la lista.
106.          if(llList2String(items, i) == "equ_nombre")
107.          {
108.              studentTeam = (string)llList2String(items
, i+1);
109.              if(studentTeam != totemTeam){
110.                  llOwnerSay(studentTeam + "->
" + textUnObjetoDe
111.                      + nameOwnerObject + textE
staInvadiendoTuTerritorio);
112.                  llInstantMessage(llList2String(ownerK
eyList, countOwner),
113.                      totemTeam + " ->
" + textMensajeAlInvasor);
114.              }
115.          }
116.      }
117.      }else if (request_id == http_request_totem){
118.          for(;i < j; ++i)
119.          {
120.              // Si encuentra la clave del JSON con el
              nombre colocado(aluclaequ_PV)
121.              // Obtiene el siguiente registro de la lista.
122.              if(llList2String(items, i) == "equ_nombre")
123.              {
124.                  totemTeam = (string)llList2String(items,
i+1);
125.              }
126.          }
127.      }
128.  }
129.  }

```

## 10.4. ANEXO 4: CÓDIGO LSL PARA OBJETOS DE LAS TIENDAS

```
1. //*****
2. //*****VARIABLES MODIFICABLES POR EL PROFESOR*****
3. //*****
4.
5. string server = "http://150.244.58.27/srv/"; // Direccion del
   servidor
6.
7. // Variables de roles y niveles que pueden comprar el objeto
8. // donde 0 es NO y 1 es SI. Y puntos FO a restar.
9. integer roleConde = 1; // Obligatorio Modificar
10.    integer roleCaballero = 0; // Obligatorio Modificar
11.    integer roleAbad = 1; // Obligatorio Modificar
12.    integer levelUno = 1; // Obligatorio Modificar
13.    integer levelDos = 1; // Obligatorio Modificar
14.    integer levelTres = 0; // Obligatorio Modificar
15.    integer levelCuatro = 0; // Obligatorio Modificar
16.    integer levelCinco = 0; // Obligatorio Modificar
17.    integer levelSeis = 0; // Obligatorio Modificar
18.    integer priceFO = 9; // Obligatorio Modificar
19.
20.    // Nombres de los roles que deben coincidir con los de la
21.    // base de datos del Virtual Craft.
22.    string textCondeM = "Comte";
23.    string textCondeF = "Comtessa";
24.    string textCaballeroM = "Cavaller";
25.    string textCaballeroF = "Amazona";
26.    string textAbadM = "Abat";
27.    string textAbadF = "Abadessa";
28.
29.    // Textos necesarios en los diálogos, cambiarlos si es
   necesario
30.    // y en el idioma que se desee.
31.    string textNivel = "Nivel";
32.    string textRol = "Rol";
33.    string textPuntosFO = "Puntos FO";
34.    string textRequerimientos = "Para comprar este objeto
   necesitas cumplir los siguientes requerimientos:";
35.    string textInfoAlumno = "Tu información es:";
36.    string textPreguntaCompra = "¿Quieres comprar este objeto?";
37.    string textNoCompra = "No puedes comprar este objeto, no
   cumples con los requerimientos necesarios.";
38.    string textAceptar = "Aceptar";
39.    string txtCompraRealizada = "Compra Realizada!! No olvides
   presionar en guardar.";
40.    string txtErrorCompra = "No hemos podido hacer la compra,
   informa a tu profesor.";
41.
42.    //*****
43.    //*****NO MODIFICAR*****
44.    //*****
45.
46.    //Variables del Sistema
47.    integer gListener;
48.    key http_get;
49.    key http_set;
50.    key userId;
51.    string userName;
```

```

52.     string roleUser;
53.     string levelUser;
54.     integer foUser;
55.     string textRole;
56.     string textLevel;
57.
58.     default
59.     {
60.         state_entry()
61.         {
62.             if(roleConde == 1){textRole = textRole + textCondeM +
        "/" + textCondeF + "/";}
63.             if(roleCaballero == 1){textRole = textRole + textCaba
        lleroM + "/" + textCaballeroF + "/";}
64.             if(roleAbad == 1){textRole = textRole + textAbadM + "
        /" + textAbadF + "/";}
65.             if(levelUno == 1){textLevel = textLevel + "1" + "/";}
66.             if(levelDos == 1){textLevel = textLevel + "2" + "/";}
67.             if(levelTres == 1){textLevel = textLevel + "3" + "/";
        }
68.             if(levelCuatro == 1){textLevel = textLevel + "4" + "/"
        ";}
69.             if(levelCinco == 1){textLevel = textLevel + "5" + "/"
        ";}
70.             if(levelSeis == 1){textLevel = textLevel + "6" + "/";
        }
71.         }
72.         touch_start(integer total_number)
73.         {
74.             llListenRemove(gListener);
75.             userId = llDetectedKey(0);
76.             userName = llDetectedName(0);
77.             gListener = llListen(-99, "", userId, "");
78.
79.             http_get = llHTTPRequest(
80.                 server + "getDataMV.php?type=0&user="+userName, [], "
        ");
81.         }
82.         listen(integer chan, string name, key id, string msg)
83.         {
84.             if (msg == "Si"){
85.                 integer editFO = foUser - priceFO;
86.                 http_set = llHTTPRequest(
87.                     server + "setDataMV.php?type=1&user="+
88.                     userName+"&fo="+editFO, [], "");
89.             } else {
90.                 llListenRemove(gListener);
91.             }
92.         }
93.         http_response(key request_id, integer status, list metada
        ta, string body)
94.         {
95.             if (request_id == http_get) {
96.                 list items = llParseString2List(body, [{"{","(",",",",
        "}]","","\n","\r","\t"}, []);
97.                 integer i = 0;
98.                 integer j = llGetListLength(items);
99.
100.                for(;i < j; ++i)
101.                {
102.                    if(llList2String(items, i) == "rol_nombre")

```



```

103.         {
104.             roleUser = (string)llList2String(items,
105.                 i+1);
106.         }
107.         if(llList2String(items, i) == "niv_nombre")
108.         {
109.             levelUser = (string)llList2String(items,
110.                 i+1);
111.         }
112.         if(llList2String(items, i) == "aluclaequ_FO")
113.         {
114.             foUser = (integer)llList2String(items,
115.                 i+1);
116.         }
117.     }
118.
119.     if(((roleConde == 1 && (roleUser == textCondeM ||
120.         roleUser == textCondeF)) ||
121.         (roleCaballero == 1 && (roleUser == textCaballeroM || roleUser == textCaballeroF)) ||
122.         (roleAbad == 1 && (roleUser == textAbadM || roleUser == textAbadF)))
123.         &&
124.         ((levelUno == 1 && levelUser == "1") ||
125.         (levelDos == 1 && levelUser == "2") ||
126.         (levelTres == 1 && levelUser == "3") ||
127.         (levelCuatro == 1 && levelUser == "4") ||
128.         (levelCinco == 1 && levelUser == "5") ||
129.         (levelSeis == 1 && levelUser == "6"))
130.         &&
131.         (foUser >= priceFO)) {
132.         llDialog(userId, "\n" + textRequerimiento
133.             s + "\n" + textRol + " -> "
134.                 + textRole + "\n" + textNivel + "
135.                 -> " + textLevel + "\n"
136.                 + textPuntosFO + " ->
137.                 " + (string)priceFO + "\n\n"
138.                 + textInfoAlumno + "\n" + textRol
139.                 + " -> " + roleUser + "\n"
140.                 + textNivel + " ->
141.                 " + levelUser + "\n" + textPuntosFO
142.                 + " ->
143.                 " + (string)foUser + "\n\n" + textPreguntaCompra,
144.                 ["Si", "No"], -99);
145.     }else{
146.         llDialog(userId, "\n" + textRequerimiento
147.             s + "\n" + textRol + " -> "
148.                 + textRole + "\n" + textNivel + "
149.                 -> " + textLevel + "\n"
150.                 + textPuntosFO + " ->
151.                 " + (string)priceFO + "\n\n"
152.                 + textInfoAlumno + "\n" + textRol
153.                 + " -> " + roleUser + "\n"
154.                 + textNivel + " ->
155.                 " + levelUser + "\n" + textPuntosFO
156.                 + " ->
157.                 " + (string)foUser + "\n\n" + textNoCompra,
158.                 [textAcepta], -99);
159.     }
160. }else if (request_id == http_set){

```

```

146.         if (body == "true") {
147.             llInstantMessage(userId, txtCompraRealizada);
148.             list InventoryList;
149.             integer count = llGetInventoryNumber(INVENTOR
Y_ALL);
150.             string ItemName;
151.             while (count--)
152.             {
153.                 ItemName = llGetInventoryName(INVENTORY_A
LL, count);
154.                 if (ItemName != llGetScriptName() )
155.                     InventoryList += ItemName;
156.             }
157.             llGiveInventoryList(userId, llGetObjectNe(
, InventoryList);
158.             llListenRemove(gListener);
159.         } else {
160.             llInstantMessage(userId, txtErrorCompra);
161.         }
162.     }
163. }
164. }

```

## 10.5. ANEXO 5: CÓDIGO LSL DEL RECEPTOR DE USUARIOS CONECTADOS

```
1. //*****
2. //*****VARIABLES MODIFICABLES POR EL PROFESOR*****
3. //*****
4.
5. string server = "http://150.244.58.27/srv/"; // Direccion del
   servidor
6.
7. float timeSensor = 300.0; // En segundos
8. float distanceSensor = 50.0; // En metros
9.
10.    string errorBD = "Error en base de datos, no se puede
    ingresar los usuarios en conexión.";
11.
12.    key http_set;
13.
14.    default
15.    {
16.        state entry()
17.        {
18.            llSensorRepeat("", "", AGENT_BY_LEGACY_NAME,
distanceSensor, PI, timeSensor);
19.        }
20.        sensor(integer num_detected)
21.        {
22.            string thisAgent;
23.            integer agentNum;
24.            for (agentNum=0; agentNum<num_detected; agentNum++)
25.            {
26.                thisAgent = llDetectedName(agentNum);
27.                http_set = llHTTPRequest(
28.                    server + "setDataMV.php?type=0&user="+
29.                    thisAgent+"&fo=0", [], "");
30.            }
31.        }
32.        http_response(key request_id, integer status, list metada
ta, string body)
33.        {
34.            if (request_id == http_set) {
35.                if (body == "true") {
36.                } else {
37.                    llOwnerSay(errorBD);
38.                }
39.            }
40.        }
41.    }
```

## 10.6. ANEXO 6: CÓDIGO PHP DE LA FUNCIÓN DE ACTUALIZACIÓN DE PUNTOS.

```
1. function updatePuntosAlumno($DBcon, $alucclaequ_id, $sumPV, $sumPD,
2. $sumPO, $sumPP, $sumFO, $sequ_id, $log_descripcion)
3. {
4.     $stmt5 = insertLogHistorialPuntos($DBcon, $alucclaequ_id);
5.     $stmt1 = sumarPuntosAlumno($DBcon, $sumPV, $sumPD, $sumPO, $sumPP
6. , $sumFO, $alucclaequ_id);
7.     $stmt2 = insertLogProfesor($DBcon, $alucclaequ_id, 'puntosalumno',
8. $sumPV, $sumPD, $sumPO, $sumPP, $sumFO, $log_descripcion);
9.
10.     if ($stmt1 == "true" && $stmt2 == "true" && $stmt5 == "true") {
11.         $obj = json_decode(selectInfoAlumno($DBcon, $alucclaequ_id));
12.         $PV = $obj[0]->alucclaequ_PV;
13.         if($sumPO>0){
14.             $PO = $obj[0]->alucclaequ_PO_acc;
15.
16.             $stmt3 = updatePP($DBcon, FLOOR($PO/500), $alucclaequ_id
17. );
18.
19.             $obj = json_decode(selectInfoAlumno($DBcon, $alucclaequ_
20. id));
21.             $PP = $obj[0]->alucclaequ_PP;
22.             $niv = json_decode(selectNivelPP($DBcon, $PP));
23.             $stmt4 = updateNivelAlumno($DBcon, $alucclaequ_id, $obj[
24. 0]->rol_id, $niv[0]->niv_nombre);
25.
26.             if($stmt3 == "true" && $stmt4 == "true"){
27.                 return "true";
28.             }else{
29.                 return "false";
30.             }
31.         }else if(($sumPV>0 || $sumPV<0) && $PV <= 0){
32.             $stmt6 = sumarPuntosEquipo($DBcon, -
33. 10, 0, 0, 0, 0, $sequ_id);
34.             $stmt7 = insertLogProfesorEquipo($DBcon, 'puntosequipo'
35. , -10, 0, 0, 0, 0, utf8_decode ('compañero en la
36. mazmorra'), $sequ_id);
37.
38.             if($stmt6 == "true" && $stmt7 == "true"){
39.                 return "true";
40.             }else{
41.                 return "false";
42.             }
43.         }else{
44.             return "true";
45.         }
46.     } else {
47.         return "false";
48.     }
49. }
```

## **10.7. ANEXO 7: PREGUNTAS DE LA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA CON LA PROFESORA**

### **DATOS PERSONALES**

Nombre y Apellidos: ..... Género: .....

Nombre de la Institución: .....

Fecha de la Entrevista: ...../...../..... Entrevistador: .....

### **CONOCIMIENTOS PREVIOS**

- Sabiendo que la gamificación es una técnica de aprendizaje en donde se utiliza una mecánica de juego para que los estudiantes realicen algún tipo de actividad. ¿Has aplicado gamificación en tus aulas de clase?, si la respuesta es afirmativa: ¿Cómo reaccionaron los estudiantes?
- Sabiendo que un mundo virtual simula un entorno artificial inspirado o no de la realidad en el cual los usuarios pueden interactuar entre si mediante avatares o personajes y utilizar objetos virtuales. ¿Has trabajado con mundos virtuales en el aula de clase?, si la respuesta es afirmativa: ¿Con que mundos virtuales has trabajado?
- Sabiendo que la realidad mixta es una combinación entre la realidad y la virtualidad ¿Has trabajado con ambientes de realidad mixta en el aula de clase? Si la respuesta es afirmativa ¿Cómo ha sido tu experiencia y como funcionaba el entorno?
- ¿Qué otras tecnologías o metodologías has aplicado en el aula de clase para el aprendizaje y motivación de tus estudiantes?

### **ACERCA DE VIRTUAL CRAFT**

- ¿Con que número de estudiantes has trabajado en Virtual Craft? Especifica la cantidad por género.
- ¿Cuántos equipos o grupos de estudiantes se formaron y cuantos estudiantes conformaron cada grupo?
- ¿Con estudiantes de que nivel de educación y en que materias trabajaste?

- ¿Has dado a los estudiantes una fase introductoria acerca de la actividad a realizar con Virtual Craft?
- ¿Por cuánto tiempo has utilizado Virtual Craft? Especifica por cuanto tiempo la utilizaste y la frecuencia de uso semanal y diario.
- ¿Todos los estudiantes tuvieron la misma cantidad de interacción con Virtual Craft? Especifica la cantidad aproximada de estudiantes que interactuaron con más frecuencia o con menos frecuencia.
- Para utilizar Virtual Craft ¿Que actividades realizaste con los estudiantes?
- ¿Qué funcionalidades son las mas utilizadas en Virtual Craft?

#### EXPERIENCIA DEL PROFESOR/A

- ¿Crees que con Virtual Craft puedes trabajar con cualquier temática o materia?  
Si ( ) No ( ) ¿Por qué?
- ¿Qué problemas tuviste durante el periodo de uso de Virtual Craft?
- ¿Qué funcionalidades agregarías a Virtual Craft?

#### ACERCA DE LOS ALUMNOS

- ¿Los estudiantes se sentían motivados al utilizar Virtual Craft? Especifica que comportamientos has observado en los estudiantes.
- ¿Los estudiantes se distrajeron en otras actividades que no sean académicas al hacer uso de Virtual Craft?
- Según tu experiencia al utilizar Virtual Craft. ¿Mejoro o dificulto el aprendizaje y motivación del estudiante? ¿Por qué?

#### ACERCA DE LA PROPUESTA

- ¿Qué te pareció la propuesta de realidad mixta (Virtual Craft + Virtual Touch) para mejorar la motivación en los estudiantes?

- ¿Cuáles crees que son las ventajas que tiene este tipo de entorno de realidad mixta?
- ¿Cuáles crees que son las desventajas que tiene este tipo de entorno de realidad mixta?
- Valora la utilidad del entorno de realidad mixta en la educación.

## 10.8. ANEXO 8. RESPUESTAS A LA ENCUESTA SEMIESTRUCTURADA REALIZADA A LA PROFESORA.

CONOCIMIENTOS PREVIOS DE LA PROFESORA	
Pregunta	Respuesta
Sabiendo que la gamificación es una técnica de aprendizaje en donde se utiliza una mecánica de juego para que los estudiantes realicen algún tipo de actividad. ¿Has aplicado gamificación en tus aulas de clase?, si la respuesta es afirmativa: ¿Cómo reaccionaron los estudiantes?	He aplicado durante años la gamificación en el aula, a veces a través de las TIC y otras sin ellas. Los estudiantes reaccionan bien a todo tipo de estrategias que incluya una forma diferente de aprender o de recibir las clases que, muy a menudo, son teóricas y de tipo magistral.
Sabiendo que un mundo virtual simula un entorno artificial inspirado o no de la realidad en el cual los usuarios pueden interactuar entre si mediante avatares o personajes y utilizar objetos virtuales. ¿Has trabajado con mundos virtuales en el aula de clase?, si la respuesta es afirmativa: ¿Con que mundos virtuales has trabajado?	Sí, durante más de una década. He trabajado con Second Life para alumnos de Aulas de Acogida y Aulas Abiertas y también con OpenSim para todo tipo de alumnos y niveles (ESO y Bachillerato).
Sabiendo que la realidad mixta es una combinación entre la realidad y la virtualidad ¿Has trabajado con ambientes de realidad mixta en el aula de clase? Si la respuesta es afirmativa ¿Cómo ha sido tu experiencia y como funcionaba el entorno?	Sí, en clase he probado algunas veces algún tipo de realidad mixta. A pesar de ser algo engorrosa la preparación, debido a que eran pruebas, los resultados fueron muy buenos. Los objetivos educativos y de formación que se querían conseguir se obtuvieron sin problema ninguno. Se trataba, en alguno de los casos, de trabajar con tangibles (a través de piezas de madera, webcams, etc), en otros casos la virtualidad se unía a la



	realidad en el sentido de dar elementos de clases tradicionales mezclados con OS.
¿Qué otras tecnologías o metodologías has aplicado en el aula de clase para el aprendizaje y motivación de tus estudiantes?	Apps, recursos virtuales, juegos varios no virtuales (juegos de cartas creadas por los alumnos, por ejemplo), flipped classroom adaptada a las necesidades del alumnado, etc.

<b>RESPECTO A LA APLICACIÓN VIRTUAL CRAFT</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
¿Con que número de estudiantes has trabajado en Virtual Craft? Especifica la cantidad por género.	Unos 20 o 30 por curso. Respecto al género, lo desconozco, no es algo que se mida por género; los alumnos, dependiendo del grupo, suelen estar bastante igualados en eso.
¿Cuántos equipos o grupos de estudiantes se formaron y cuantos estudiantes conformaron cada grupo?	En seis equipos de cinco alumnos.
¿Con estudiantes de que nivel de educación y en que materias trabajaste?	Alumnos de 2ESO de la asignatura de Ciencias Sociales.
¿Has dado a los estudiantes una fase introductoria acerca de la actividad a realizar con Virtual Craft?	Siempre se tiene que explicar en varias sesiones en qué consiste la actividad/juego, cómo se lleva a cabo y la preparación de equipos.
¿Por cuánto tiempo has utilizado Virtual Craft? Especifica por cuanto tiempo la utilizaste y la frecuencia de uso semanal y diario.	Se ha probado durante dos cursos, pero solamente en el último trimestre. No se ha podido realizar la actividad completa, tal como se supone que debe empelarse VC. La

	frecuencia, una vez empezada la experiencia, es diaria.
¿Todos los estudiantes tuvieron la misma cantidad de interacción con Virtual Craft? Especifica la cantidad aproximada de estudiantes que interactuaron con más frecuencia o con menos frecuencia.	Hubo estudiantes más interesados que otros. Sobre mitad de la clase, unos 15 o 20 alumnos aproximadamente.
Para utilizar Virtual Craft ¿Que actividades realizaste con los estudiantes?	Facilitar el aprendizaje de las Ciencias sociales, contenidos y procedimientos.
¿Qué funcionalidades son las mas utilizadas en Virtual Craft?	La pantalla de inicio para ver las puntuaciones.

<b>COMO FUE LA EXPERIENCIA DEL PROFESOR CON VIRTUAL CRAFT</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
¿Crees que con Virtual Craft puedes trabajar con cualquier temática o materia?	Si. Es aplicable a cualquier tipo de materia porque se trata de algo lúdico, independiente del contenido que los alumnos estudien.
¿Qué problemas tuviste durante el periodo de uso de Virtual Craft?	La dificultad de la descarga de la app (primero explicarlo, después mandar un mail con la dirección compartida de la app en Drive), que tuviesen que dar permisos especiales en el móvil (no todos los alumnos sabían cómo hacerlo o se lo saltaban). Después la dificultad que algunos

	no tenían móvil o bien era Iphone. Al comienzo no funcionaban los Privilegios.
¿Qué funcionalidades agregarías a Virtual Craft?	Ninguna, que todo funcionase correctamente.

<b>EXPERIENCIA DEL ALUMNO OBSERVADA POR LA PROFESORA</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
¿Los estudiantes se sentían motivados al utilizar Virtual Craft? Especifica que comportamientos has observado en los estudiantes.	En general sí, el problema es que apenas tuvimos tiempo de llevarlo a cabo ni sacarle provecho a todas las posibilidades que puede ofrecer VC. En todo caso, suelen reaccionar bastante bien los alumnos con más problemas conductuales al ver que es algo más lúdico y una forma distinta de encarar la clase. El sistema de puntos les anima a participar, trabajar y comportarse mejor.
¿Los estudiantes se distrajeron en otras actividades que no sean académicas al hacer uso de Virtual Craft?	No tuvo nada que ver. No.
Según tu experiencia al utilizar Virtual Craft. ¿Mejoro o dificulto el aprendizaje y motivación del estudiante? ¿Por qué?	Empezó a mejorar para algunos alumnos, otros no lo vieron con interés.

<b>OPINIÓN DE LA PROFESORA CON LA PROPUESTA DE REALIDAD MIXTA</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>
¿Cuáles crees que son las ventajas que tiene este tipo de entorno de realidad mixta?	La motivación del alumnado.
¿Cuáles crees que son las desventajas que tiene este tipo de entorno de realidad mixta?	Que algún alumno concreto no le encuentre la motivación de por sí (porque no le guste jugar, las apps, etc). Que no todos los alumnos tienen los aparatos necesarios para poder trabajar bien con todo ello (ordenador, móvil). El acceso a wifi o datos es otra de las dificultades mayores.
Valora la utilidad del entorno de realidad mixta en la educación.	La utilidad tiene que ver con qué nivel de aprendizaje puede llegar a alcanzar el alumno con este tipo de herramientas y que se pueden acabar convirtiendo prácticamente en una nueva metodología de impartir las clases ordinarias.